جولات فى عالم البيوتكنولوچيا
والهندسة الوراثية
2

البيوتكنولوچيا ... من زراعة الأنسجة
والإخصاب خارج الرحم ..
إلى ... الهندسة الوراثية

إعداد
صفاء أحمد شاهين
دراسات عليا فى علم الحيوان
جامعة عين شمس

الناشر
دار التقوى
للنشر والتوزيع

البيوتكنولوجيا ... من زراعة الأنسجة
والإخصاب خارج الرحم ..
إلى ... الهندسة الوراثية

سلسلة:
جولات فى عالم البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية
٢ـ البيوتكنولوجيا .. من زراعة الأنسجة والإخصاب خارج الرحم إلى .. الهندسة الوراثية
إعداد:
صفاء أحمد شاهين
الناشر:
دار
التقــوى
للنشر والتوزيع
٨ شارع زكى عبد العاطى
(من شارع عمر بن الخطاب)
عرب جسر السويس ـ القاهرة.
ت: ٢٩٨٩٩٤٣
المدير المسئول/ محاسب
عبد الناصر إبراهيم إمام

الطبعة الأولى ١٤٢٨ هـ ـ ٢٠٠٧م
رقم الإيداع: ٢٢٨٤ / ٢٠٠٧
I. S. B. N. 977-5840-54-6
كمبيوتر:
آرمس ـ ت: ٧٩٦٤٤٠٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١) قُلْ سِيرُوا فِي الأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُم مُّشْرِكِينَ (٤٢) فَأَقِمْ وَجْهَكَ لِلدِّينِ الْقَيِّمِ مِن قَبْلِ أَن يَأْتِيَ يَوْمٌ لاَّ مَرَدَّ لَهُ مِنَ اللَّهِ يَوْمَئِذٍ يَصَّدَّعُونَ (٤٣) مَن كَفَرَ فَعَلَيْهِ كُفْرُهُ وَمَنْ عَمِلَ صَالِحًا فَلأَنفُسِهِمْ يَمْهَدُونَ (٤٤) ﴾ [الروم]

﴿ إِن يَدْعُونَ مِن دُونِهِ إِلاَّ إِنَاثًا وَإِن يَدْعُونَ إِلاَّ شَيْطَانًا مَّرِيدًا (١١٧) لَّعَنَهُ اللَّهُ وَقَالَ لأَتَّخِذَنَّ مِنْ عِبَادِكَ نَصِيبًا مَّفْرُوضًا (١١٨) وَلأُضِلَّنَّهُمْ وَلأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلآمُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ آذَانَ الأَنْعَامِ وَلآمُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ وَمَن يَتَّخِذِ الشَّيْطَانَ وَلِيًّا مِّن دُونِ اللَّهِ فَقَدْ خَسِرَ خُسْرَانًا مُّبِينًا (١١٩) يَعِدُهُمْ وَيُمَنِّيهِمْ وَمَا يَعِدُهُمُ الشَّيْطَانُ إِلاَّ غُرُورًا (١٢٠) أُوْلَئِكَ مَأْوَاهُمْ جَهَنَّمُ وَلاَ يَجِدُونَ عَنْهَا مَحِيصًا (١٢١) ﴾ [النساء]

﴿ صدق الله العظيم ﴾

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة السلسلة

جولات فى عالم البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية

• إلقاء الضوء على مفهوم البيوتكنولوچيا ... وأطوارها المختلفة:

عالم البيوتكنولوچيا (التكنولوچيا الحيوية - Biotechnology) هو عالم حقيقى .. نعيشه .. موجود على الأرض .. بدأ بالتكنولوچيا الحيوية التقليدية منذ آلاف السنين باستخدام الإنسان القديم للكائنات الحية الدقيقة [كوسيط حيوى] - [دون معرفته بها على وجه التحديد] ؛ وذلك فى غذائه بتخمير الخبز والخمور من الفواكه وصناعة الجبن والقشدة والبيرة (بعملية التخمير Fermentation) لتعطى للغذاء الطعم المقبول وقيمة غذائية عالية، ولن ننسى أن لأجدادنا المصريين القدماء دورهم البارز فى هذا المجال.

* وفى الخمسينات من القرن العشرين .. كانت هناك البيوتكنولوچيا الصناعية التى تستغل أنواعًا عديدة من الميكروبات لإنتاج مواد مثل: [الأسيتون - والبوتانول Butanol)، كما استغلت الخلايا الحيوانية فى إنتاج البنسلين، والفاكسينات ضد البكتيريا والفيروسات المسببة للأمراض، وسبق هذه الفترة استغلال هذه الميكروبات فى المجال العسكرى لتصبح أسلحة بيولوچية فتاكة؛ تستخدمها الدول المنتجة لها لإرهاب دول أخرى !!

* فالتكنولوچيا الحيوية ليست إذًا وليدة الآن فقط؛ ولكنها منظومة فنية يتداخل فيها العلم مع الصناعة .. أوجدت لنا ذلك الطعم المقبول والقيمة الغذائية العالية فى صناعات الخبز والخمور، والجبن والبيرة .. وإعداد بعض أنواع

الألياف النباتية وتجهيزها لصناعة الكساء .. وقدمت لنا الدواء .. وأيضاً أسلحة الشر !!

* وكلما ازدادت معارف الإنسان وتجاربه ودراساته على مر الزمان تمكنت «التكنولوچيا الحيوية» من الاستفادة أكثر بما يوجد فى البيئة ، وبالتالى تتزايد وتتنوع تطبيقاتها لتخدم الصناعات المتعددة والمتجددة، والتى لم تعد تعتمد على نشاط الكائنات الحية الدقيقة فقط - كما سبق وذكرنا - ولكن أصبحت تعتمد على نشاط وسائط حيوية أخرى مثل الخلايا والأنسجة النباتية والحيوانية .. بل وخلايا مأخوذة من أجنة حيوانية ، والإنزيمات والهرمونات ، والڤيروسات كحاملة للچينات .. إلخ.

ذلك كله بمساعدة وتداخل العديد من العلوم والتكنولوچيا مثل علوم الوراثة والمناعة، وبيولوچيا الخلية، والكيمياء الحيوية، وهندسة العمليات، والهندسة الكيميائية، واكتشاف أسرار المادة الوراثية بنواة الخلية، والجزىء، وتكنولوچيا المعلومات، والاتصالات، والحاسوب، والإنترنت، ومعالجة البيانات، ومكونات البيئة وعلوم الأرض، والإيكولوچيا، وتكنولوچيا المواد الذكية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية؛ وصنعت منها ضفيرة واحدة ليصبح لدينا عالم التكنولوچيا الحيوية (البيوتكنولوچى Biotechnology) بمفهومها الحديث، والتى تطورت عبر مراحلها المختلفة لتأخذ دورها البالغ الأهمية فى وقتنا الحالى، وتصبح محور الاهتمام والحديث، وتكنولوچيا القرن المقبل، يبحث الجميع عن فوائدها والمخاوف المحتملة منها.

* ويمكن إجمال مفهوم البيوتكنولوچيا الحديثة وفق ما تبين لنا :

«فى أنها القدرة على استخدام المعارف المختلفة والمتعلقة بالكائنات الحية، وحسن الاستفادة بكل المهارات والابتكارات فى كافة المجالات، ودراستها جيداً على أسس علمية، حتى يمكن تطبيقها على الكائنات الحية أو مشتقاتها للحصول على أقصى منفعة بالطرق الحيوية الحديثة، ومن هذه التطبيقات نذكر

تطبيقات لاستحداث أو تعديل من أداء الكائن الحى لما يخدم الإنسان والبيئة وأيضًا الكائن الحى نفسه.

* كلما ازداد استيعاب الشعوب للتكنولوچيا الحيوية؛ ازداد وتحسن مستواها الاجتماعى والاقتصادى..

*أطوار البيوتكنولوچيا الحديثة:

... إذا حاولنا الاقتراب من عالم البيوتكنولوچيا والتجول فى أنحائه المختلفة .. فسنجد أنه لن يتيسر ذلك (سنجد صعوبة بالغة) نظراً لكثرة تقنياته وتشعبها، وتداخلها والتى ينتج عنها تطبيقات كثيرة ... لذا فالأنسب أن نجد مدخلاً مناسبًا للتجول من خلاله بين ثنايا هذا العالم الكبير، ومعرفة بعض من تطبيقاته الهامة فى حياتنا.

* ومن بين مداخل عدة ... اخترنا أن يكون مدخلنا هو بإلقاء الضوء على ما يمكن أن نطلق عليه مجازًا (بأطوار البيوتكنولوچيا الحديثة) أو [مراحلها الرئيسية]، والتى نرى أنها بدأت منذ القرن التاسع عشر [حيث تم فى هذا الوقت دفع البيوتكنولوچيا بقوة نحو التقدم، وطرأ عليها تطورات متلاحقة سريعة أسهمت فى وصولها لما نعيشه الآن، وتميزت البيوتكنولوچيا منذ ذلك الحين بأسلوب جديد للتعامل مع الكائن الحى أو مشتقاته .. مختلف على ما سبق هذا القرن] ولقد اجتهدنا فى ترتيبها بحسب ظهور وشيوع كل منها (كل طور) حتى نصل للقرن الحادى والعشرين مع الأخذ فى الاعتبار أنها متفاعلة ومتداخلة مع بعضها باستمرار لتثمر لنا عن الكثير من التكنولوچيا الجديدة.

١.طورزراعة الأنسجة النباتية.

والذى يُقصد به نمو خلايا أو أنسجة أو أجزاء نباتية فى أوانٍ خاصة تحتوى على بيئات مغذية - [تحت ظروف خاصة] - والتى تفيد المراجع بأن بداياتها كانت عام ١٨٤٠م.

٢. طور مرحلة الإخصاب خارج الرحم.

والذى ترجع بدايات ظهوره إلى محاولات مُربى الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها وتجميدها فى بنوك الأمشاج، ثم إعادة استخدامها فى تلقيح إناث الحيوانات بها للحصول على أجيال من الماشية ذات صفات مرغوبة، ويُذكر أنه تم الحصول على أول عجل بهذه الطريقة عام ١٩٥٢م.

وتزداد هذه التقنية تطوراً، ويستفاد منها مع البشر حتى نصل لعام ١٩٧٨م حيث تم فيه ولادة أول طفل أنابيب بشرى وهى الطفلة [لويزا براون].

٣. طور نقل وزراعة الأعضاء.

حيث كان هناك الكثير من المحاولات لكن يؤرخ فى عام ١٩٥٤م بأنه تمت أول عملية ناجحة لزرع الأعضاء فى البشر .. تم فيها نقل كلية إلى مريض مأخوذة من توأمه.

٤. طور الهندسة الوراثية.

تم الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية فى عام ١٩٧٣م، وتمكن الباحثون من خلالها بإجراء معالجات الحامض النوى والتى يدخل فى إطارها «مجموعة تقنيات» تضم استنساخ الجين أو شريط الدنا الوراثى المنقول، وتحديد جزىء الدنا وتقصيره بالإضافة أو الحذف لأجزاء منه (لإظهار صفات جديدة أو حذف صفات غير مرغوبة بالكائن الحى).

* وترتب على هذا الفهم ميلاد الكثير من التقنيات الجديدة والتطبيقات .. وسنخصص لهذه التطبيقات ثلاثة كتب من السلسلة وهى:

أ - تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجال الكائنات البسيطة التركيب.

ب - تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجال الحيوان.

جـ ـ تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية في مجال النبات .

* وكما أن للبيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية وجهها المشرق النافع للبشر .. فهناك وجه آخر مليء بالمخاوف والمساوئ، والذي سيكون لنا معه لقاء في أحد أجزاء السلسلة بعنوان «الوجه الآخر للبيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية» .

٥. طور الاستنساخ.

رغم أن تقنية الاستنساخ بدأت منذ سنوات تعتبر طويلة [تجارب هارفي على بويضات القنافذ عام ١٩٣٦م، وتجارب لورتسن عام ١٩٥٠م على الأميبيا ، وتجارب چون چوردن عام ١٩٦٢م على الضفادع] إلا أن الكثيرين منا لم يلتفت إليه إلا منذ سنوات قليلة بعد الإعلان عن استنساخ النعجة دوللي، والتي أعلن عن ولادتها في ٢٦ يوليو من عام ١٩٩٦م، وتوالى وراءها مسلسل الاستنساخ ليشمل أنواعًا كثيرة من الحيوانات .. بل والبشر .. وظهر أيضًا نوع آخر من الاستنساخ هو الاستنساخ العلاجي، وسيكون لنا لقاء مع تقنية الاستنساخ وأنواعه وتطبيقاته والطريف والمفيد منها في أحد كتب السلسلة .

٦. طور [مرحلة] تفاعل والتقاء البيوتكنولوچيا مع تكنولوچيا الاتصالات والمعلومات [عصر البيوني] والتقائها مع تكنولوچيات جديدة مثل: تكنولوچيا المواد الذكية، والتكنولوچيا المجهرية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية.. وسيكون لنا معها أيضًا لقاء.

... عزيزي القارئ ... أرجو أن تكون أجزاء هذه السلسلة المتواضعة هي بوابة العبور للدخول إلى عالم البيوتكنولوچيا .. لنتجول معًا بين ثناياها وأطوارها الستة وتطبيقاتها المختلفة . لنتعرف على الجديد والمفيد والغريب .. داعين المولى عز وجل أن يُعيننا على حسن عرضها بصورة سلسة مُيسرة ... وأن تسعد بها وتستفيد منها.

صفاء أحمد شاهين

تقديم
الجزء الثاني من السلسلة
Introduction

البيوتكنولوجيا ... عالم واقعي له خصائصه ونعيش تطبيقاته:

عالم البيوتكنولوجيا (البيوتكنولوجيا الحيوية Biotechnology) هو عالم حقيقي موجود على الأرض .. نعيشه ونتأثر به ونتفاعل معه، وهو عالم كبير بدأ مع بدايات وجود الإنسان على الأرض وتطور بازدياد خبرته حتى أصبحت له خصائصه المميزة وأطواره الخاصة به وتقنياته وتطبيقاته والتي تزداد اتساعًا يومًا بعد يوم .. ونذكر من بين ما يضمه هذا العالم - (حاليًا) - الأمثلة الآتية :

١. في مجال الاستنساخ:

نذكر .. النعجة الشهيرة «دوللي» والتي أتت للحياة بدون أب .. بتقنية «الاستنساخ Cloning»، ثم توفيت عن عمر يناهز ست سنوات .. وكانت الوفاة بعد معاناة طويلة مع المرض .. وتتوالى مسلسلات الاستنساخ في أماكن كثيرة من العالم والتي نسمع عنها ونراها، ومنها ما تم بالصين منذ فترة وهو استنساخ عنزتين .. أيضًا هناك حاليًا محاولات جادة في كوبا لاستنساخ بقرة بديلة عن بقرة كوبا الشهيرة، والتي نفقت وتوفيت .. أيضًا تم استنساخ أنثى عجل في جنوب إفريقيا ... إلخ.

ثم كانت هناك الجرأة لاستنساخ البشر، بعدما كانت تلك الجرأة لا تتعدى فيما سبق سوى محاولة أن تنمو تلك الأجنة المستنسخة بالمعمل لفترة نمو قصيرة؛ أصبحنا نسمع عن إتمام الحمل والولادة لأطفال (إناث) مستنسخة ومنها من ينتسبون لأفراد وأتباع جماعة الرائيليين؟!! ومنها ما طالعتنا به وسائل الإعلام عن حمل إحدى السيدات من صربيا لجنين (ذكر) بتقنية

الاستنساخ، قام بها الطبيب «سيڤيرينو أنتينورى» وأنه بصحة جيدة وسيولد فى يناير سنة ٢٠٠٣ - (ولم نعرف بعد الجديد بخصوص هذا الطفل) .

٢. ومن غرائب الحمل والاستنساخ خارج الرحم نذكر:

أولئك النسوة اللاتى يلدن بعد سن الستين .. ومنهن ما تناقلته وسائل الإعلام فى شهر سبتمبر عام ٢٠٠٣م عن الأم الهندية «ساتياباما ماهاباترا» والتى تُعد أكبر امرأة فى العالم تصبح أمًا وعمرها خمس وستون عامًا، حيث جاءت الولادة نتيجة تلقيح بويضة ابنة شقيقة الأم داخل الأنابيب (خارج الرحم)، وبعد تخصيب البويضة تم زراعتها فى رحم السيدة «ساتيا» حيث كانت تلك هى فرصة الزوجين الأخيرة والوحيدة للحصول على طفل . وكان المولود ذكرًا يزن ثلاثة كيلو جرامات، وتمت الولادة بعملية قيصرية بمستشفى بمدينة [أوريسا] شرق الهند .. وذكرت صحيفة «تايمز أوف إنديا» أن والد الطفل المولود يعمل مدرسًا، وأن المولود هو الطفل الأول للزوجين والحالة السابقة فى موسوعة جينس للأرقام القياسية كانت لامرأة وضعت مولودًا وهى فى الثالثة والستين فى ١٨ / ٧ / ١٩٩٤م . وليست هذه بأغرب الأمثلة .. فهناك تلك السيدة التى نُشر عن حملها من زوجها بعد وفاته .. وغيرها من الغرائب !!.

٣. فى مجال الهندسة الوراثية نجد أن:

هناك الكثير من التطبيقات التى تعتمد على مفهوم الهندسة الوراثية وهو : نقل وإضافة أو حذف وإزالة صفة من كائن ووضعها بكائن آخر لتظهر به صفة جديدة مرغوبة أو تختفى منه صفة ...

ومن هذه التطبيقات نذكر عمليات نقل وزراعة أعضاء من الحيوانات المهندسة وراثيًا مثل الخنازير -(المهندسة وراثيًا)- وزرع أعضائها للبشر المرضى المحتاجين لأعضاء مختلفة، وأصبحنا نسمع عن مثل تلك الأمور؛ ذلك الرجل الذى يعيش بقلب تم نقله وزرعه من خنزير مهندس وراثيًا، أيضًا تناقلت وسائل الإعلام فى مارس ٢٠٠٢م ذلك الخبر (من الصين) والذى كان مفاده أنه لأول

مرة فى الصين يزرع مجموعة من الأطباء الصينيين خلايا من كبد خنزير لإثنى عشر مريضًا يعانون فشلاً فى الكبد وتتراوح أعمارهم ما بين ٣٠ ـ ٤٠ عامًا بمستشفى «جولو» بمنطقة «نانجونج» شرق الصين.

والأمثلة الغريبة التى وصلت غرابتها لحد يفوق الخيال لم تنته .. إذ أمكن منذ زمن هندسة كائنات بسيطة التركيب وراثيًا أو تنميتها بصورة غير طبيعية لتتحول إلى أسلحة بيولوچية خطيرة؛ ويتردد بين الباحثين ما مفاده أنه سيكون بالإمكان قريبًا إعادة تشكيل كائن كالبكتريا دون خلايا على الإطلاق .. إذ تكفى فقط المعلومات عن چينومه المخزنة فى ذاكرة الكمبيوتر، بل وأعلن منذ فترة قصيرة عن التمكن من تصنيع فيروسات مثل شلل الأطفال، وقرب إنتاج فيروس الإنفلونزا.

وهناك من يطمح بتجاوز (ما نعتبره الآن تجاوزًا) وهندسة الإنسان السوبرمان .. فهل سيتحقق؟!!

والأمثلة لم تنته ... فهناك سمك الأطلنطى والذى عاش حياته الطبيعية .. كما قدر الله له أن يعيش حيث ينمو بشكل بطىء خلال فصل الشتاء، ولكن بعدما تدخل الباحثون باستعمالهم لتقنية الهندسة الوراثية تم تنقيح هذه الأسماك بچينات هرمون النمو من أسماك أخرى؛ والنتيجة هى وصول الأسماك المعدلة إلى الأسواق بالحجم الذى اعتاده منها المستهلك فى نصف الوقت الذى تستغرقه فى النمو التقليدى حتى تصل إلى هذا الحجم.

ولم تتوقف الاستفادة من الهندسة الوراثية عند الأسماك ... فهناك تطبيقات عديدة عن إنتاج أبقار وأغنام وطيور مهندسة وراثيًا لأغراض عدة منها لإنتاج أدوية وبروتينات بشرية هامة .. أيضًا هناك نباتات مهندسة وراثيًا لغرض مشابه وهو إنتاج بروتينات هامة للبشر، هذا بالإضافة إلى أننا أصبحنا نجد ما يزيد على ٦٠٪ من الأطعمة المهندسة وراثيًا والتى توجد فى الأسواق الأمريكية مثل البيتزا والشيبسى والكعك والآيس كريم والسلطة وزيت الذرة تحتوى على مكونات من فول الصويا والذرة المنقحة چينيًا.

٤. وفى مجال زراعة الأنسجة وتحسين السلالات النباتية:

تمكن الباحثون من إنتاج نباتات تحتوى على صفات نوعين مختلفين من النباتات مثل نبات «البطاطم» وهو مهجن من الطماطم والبطاطس، ثم لجأ الباحثون إلى الأغرب وهو الحصول على منتجات بعينها فى المعمل .. مثل إنتاج فانيليا بدون نبات أوركيدة الفانيليا، وهذه الفانيليا التى يتم إنتاجها هى فانيليا طبيعية وليست صناعية .. أيضًا لإنتاج عصير برتقال طبيعى من أنسجة دون ثمار وأشجار ... ومحاولة لإنتاج ألياف القطن دون نبات القطن.

٥. زراعة ونقل الأعضاء:

هى تكنولوچيا متطورة يضاف إليها كل فترة الجديد لتوفير أعضاء مناسبة للمرضى المحتاجين لنقل أعضاء بعينها مثل قرنية العين، كلى، أجزاء من الكبد ... وبخاصة أن عدد المرضى يتزايدون.

٦. التقاء البيوتكنولوجيا وتفاعلها مع تكنولوجيا جديدة واعدة مثل تكنولوجيا الاتصالات، المعلومات، تكنولوجيا المواد الذكية، والمحاكاة الحيوية، والتكنولوجيا المجهرية وتقانة النانو:

فنحن لسنا بعيدين فى جولاتنا عن استخدام الكمبيوتر والإنترنت والتفاعل مع التكنولوچيات الجديدة .. حيث تفاعلت جميعها وزاد تداخلها لتنشأ علاقة جديدة قوية يتم فيها الاستفادة من الكائنات الحية أو منتجاتها وتكنولوچيا المعلومات والاتصالات، ومكونات البيئة .. إلخ.

حتى إنه أصبح العديد من العلماء والباحثين لديهم وجهة نظر شمولية سائدة لمجتمعنا العالمى الجديد .. وهى أنه مجتمع بيومعلومات تتم صناعته الآن بتجميع مثل هذه الأجزاء من التقاء العلوم والتكنولوچيا بما فيها [البيوتكنولوچيا] ويدخل معها علوم الأراضى والإيكولوچيا، وتكنولوچيا المعلومات، والاتصالات .. ويتولد لدينا عصر جديد يسمى عصر «البيوتى» ومن خلال تلك النظرة السائدة يتأكد لدينا أهمية البيوتكنولوچيا فى تشكيل عالمنا المعاصر .. بل وصناعة المستقبل بمشيئة الله.

عزيزنا القارئ .. أليست البيوتكنولوچيا -(بعد ما قدمناه من أمثلة)- بحق عالمًا كبيراً ... ورغم ذلك فما سبق ليس إلا قليلاً من كثير ولا يعبر إلا عن التكنولوچيا الحيوية الحديثة ... فهناك ما هو أقدم. ونود أن نشير فى كتب هذه السلسلة المتواضعة إلى البيوتكنولوچيا التقليدية والحديثة وتطبيقاتها وأطوارها والتى نرجو أن تكون بمثابة بوابة العبور للدخول لعالم البيوتكنولوچيا .. نتجول معًا بين ثنايا أطواره وتطبيقاتها العديدة .. داعين المولى عز وجل أن يعيننا على حسن عرضها عليك بصورة سلسلة ميسرة تسعد بها وتستفيد منها.

والآن مع أبواب هذا الكتاب وفصوله نبدأ التحليق والتجول فى هذا العالم ... فكن معنا .

الباب الأول

البيوتكنولوچيا
من عهد قدماء المصريين
إلى القرن العشرين

الفصل الأول

البيوتكنولوجيا من عهد قدماء المصريين
إلى زراعة الأنسجة، والإخصاب خارج الرحم

تمهيد للفصل:

التكنولوجيا الحيوية التقليدية بدأت منذ ٤٠٠٠ سنة فى مصر

ليست العبارة السابقة من صياغة الكاتبة، ولكنها شهادة حق تم ذكرها فى المؤتمر الدولى العاشر للتكنولوجيا الحيوية الذى عُقد فى عام ٢٠٠٣م فى واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية..

وسنستعرض فيما يلى بعضًا مما جاء به:

«تم استعراض تلك النتائج الباهرة، والتى بدأت نواتها (القريبة) منذ ٥٠ عامًا -[البيوتكنولوجيا الحديثة]- حيث تم كشف غموض سر الحياة DNA، وتلاها تكنولوجيا تخليق التراكيب الوراثية للـ DNA وحصل بمقتضاها العلماء الأربعة على جائزة نوبل، وباحت الأبحاث بأسرار التكنولوجيا الحيوية فى الصناعة، والزراعة، والطب، والدواء، والفضاء، ولم يهمل دليل المؤتمر المرجعيات الأخلاقية التى بدأت أولى خطواتها منذ «٤٠٠٠ سنة» فى مصر-[التكنولوجيا الحيوية التقليدية]- حيث كان «الخبز» الذى يتم تخميره هو الأساس، وكانت الحضارة المصرية هى صانعة هذه الفكرة باعتراف المؤتمر».

نترك المؤتمر بعد أن أثار فى أذهاننا العديد من الأسئلة منها ما سنجد إجابته فى جولاتنا بهذا الفصل ومنها ما سنجد إجابته خلال تجولنا بأبواب وفصول الكتاب مثل: ما هو مضمون البيوتكنولوجيا التقليدية التى كانت فى عهد قدماء المصريين،

وهل استمرت حتى الآن .. وما هى مميزات التكنولوچيا الحيوية الحديثة وأطوارها وتطبيقاتها، ومن هم هؤلاء العلماء الأربعة الذين حصلوا على جائزة نوبل؟ وكيف باحت الأبحاث بأسرار التكنولوچيا الحيوية فى الصناعة والزراعة والطب، والدواء .... و ... و ... والكثير والكثير..

معًا نحلق فى سماء عالم البيوتكنولوچيا نبحث عن الإجابات من خلال جولاتنا ...

الجولة الأولى:

البيوتكنولوجيا قديماً وحديثاً ومفهوم وأطوار البيوتكنولوجيا الحديثة

بدأت البيوتكنولوچيا منذ آلاف السنين مع بداية وجود الإنسان على الأرض بالتكنولوچيا الحيوية التقليدية، وذلك باستخدام الإنسان القديم للكائنات الحية الدقيقة (كوسيط حيوى) ـ[دون معرفته بها على وجه التحديد]؛ وذلك فى غذائه بتخمير الخبز، والخمور من الفواكه، وصناعة الجبن والقشدة والبيرة (بعملية التخمير Fermentation) لتعطى للغذاء الطعم المقبول، وتزداد قيمته الغذائية.

ولن ننسى أن لأجدادنا المصريين القدماء دورهم البارز فى هذا المجال.

* وفى الخمسينات من القرن العشرين .. كانت هناك البيوتكنولوچيا الصناعية التى تستغل أنواعًا عديدة من الميكروبات لإنتاج مواد مثل: الأسيتون والبوتانول **butanol**، كما استغلت الخلايا الحيوانية فى إنتاج البنسلين والفاكسينات ضد البكتيريا والفيروسات المسببة للأمراض، وسبق هذه الفترة استغلال هذه الميكروبات فى المجال العسكرى لتصبح أسلحة بيولوچية فتاكة؛ تستخدمها الدول المنتجة لها لإرهاب دول أخرى!!

ـ فالتكنولوچيا الحيوية ليست إذًا وليدة الآن فقط؛ ولكنها منظومة فنية يتداخل فيها العلم مع الصناعة .. أوجدت لنا ذلك الطعم المقبول والقيمة الغذائية العالية فى صناعات الخبز والخمور، والجبن، والبيرة وإعداد بعض أنواع الألياف النباتية وتجهيزها لصناعة الأقمشة والمفروشات، وقدمت الدواء وتعداها لصناعة أسلحة بيولوچية للشر !!

* وكلما ازدادت معارف الإنسان وتجاربه ودراساته على مر الزمان .. تمكنت التكنولوچيا الحيوية من الاستفادة أكثر وأكثر بما يوجد فى البيئة، وبالتالى تتزايد وتتنوع تطبيقاتها لتخدم الصناعات المتعددة والمتجددة والتى لم تعد تعتمد على نشاط الكائنات الحية الدقيقة فقط ـ كما سبق وذكرنا ـ ولكن أصبحت تعتمد على نشاط

وسائط حيوية أخرى مثل الخلايا والأنسجة النباتية والحيوانية، بل وخلايا مأخوذة من أجنة حيوانية، والإنزيمات والهرمونات، والفيروسات كحاملة للجينات .. الخ، وذلك كله بمساعدة وتداخل العديد من العلوم والتكنولوجيات مثل علوم الوراثة والمناعة، وبيولوچيا الخلية والكيمياء الحيوية، وهندسة العمليات والهندسة الكيميائية، واكتشاف أسرار المادة الوراثية بنواة الخلية والجزىء، وتكنولوچيا المعلومات والاتصالات، والحاسوب والإنترنت، ومعالجة البيانات ومكونات البيئة، وعلوم الأراضى، والإيكولوچيا، وتكنولوچيا المواد الذكية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية ... وصنعت منها جميعًا ضفيرة واحدة ليصبح لدينا عالم التكنولوچيا الحيوية (البيوتكنولوچى Biotechnology) بمفهومها الحديث والتى تطورت عبر مراحلها المختلفة لتأخذ دورها البالغ الأهمية فى وقتنا الحالى، وتصبح محور الاهتمام والحديث وتكنولوچيا القرن بل والقرن المقبل (إن شاء الله) .

* ويمكن إجمال مفهوم البيوتكنولوچيا الحديثة وفق ما تبين لنا:

فى أنها القدرة على استخدام المعارف المختلفة والمتعلقة بالكائنات الحية، وحسن الاستفادة بكل المهارات والابتكارات فى كافة المجالات، ودراستها جيدًا على أسس علمية، حتى يمكن تطبيقها على الكائنات الحية أو مشتقاتها للحصول على أقصى منفعة بالطرق الحيوية الحديثة، ومن هذه التطبيقات نذكر تطبيقات للاستحداث أو للتعديل من أداء الكائن الحى لما يخدم الإنسان والبيئة وأيضًا الكائن الحى نفسه، وكلما ازداد استيعاب الشعوب للتكنولوچيا الحيوية ازداد وتحسن مستواها الاجتماعى والاقتصادى.

* أطوار البيوتكنولوچيا الحديثة:

إذا حاولنا الاقتراب من عالم البيوتكنولوچيا الحديثة والتجول فى أنحائه المختلفة فإننا سنجد صعوبة بالغة نظرًا لكثرة تقنياته وتشعبها وتداخلها، والتى ينتج عنها تطبيقات كثيرة تحتاج لمجلدات عديدة للحديث عنها.

ولذا فالأنسب هو أن نجد مدخلاً مناسبًا تسنح لنا الفرصة من خلاله للعبور

والتجول بين ثنايا هذا العالم الكبير بيسر ومعـرفة بعض من تطبيقاته الهامة فى حياتنا .. ومن بين مداخل عدة اخترنا أن يكون مـدخلنا هو بإلقاء الضوء على (ما يمكن أن نطلق عليه مجازاً) .. [أطوار البيوتكنولوچيا الحـديثة ... أو مراحلها الرئيسية]؛ والتى نرى أنها بدأت منذ القرن التاسع عشر -[حيث تم فى هذا الوقت دفع البيوتكنولوچيا بقوة نحـو التقدم، وطـرأ عليها تطورات متلاحقـة سريعة أسـهمت فى وصـولها لما نعيشه الآن، وتميـزت البيـوتكنولوچيـا منذ ذلك الحين بأسلوب جـديد للتعـامل مع الكائن الحى أو مـشتقـاته ... مخـتلف عما سـبق فى هذا القرن]- ولقـد اجتـهدنا فى ترتيبـهـا بحسـب ظهور وشيـوع كل منهـا (كل طور) حـتى نصل للقـرن الحـادى والعشرين مع الأخذ فى الاعتبار أنها متفاعلة ومتداخلة مع بعضها باستمرار لتثمر لنا الكثـير من التكنـولوچيا الجـديدة والتطبـيقـات (التى ذكرنا بعـضًـا منها فى مـقدمـة الكتاب).

١ ـ طور زراعة الأنسجة النباتية:

والذى تفيد المراجع بأن بداياته كانت منذ عام ١٨٤٠م.

وسيأتى الحديث عنه ببعض الاستفاضة فى الجولة التالية.

٢ ـ طور [مـرحلة الإخـصـاب خارج الـرحم]: والذى ترجع بدايات ظهـوره إلى محاولات مُـربى الماشية للاستفـادة من تقنية استخراج الحـيوانات المنوية المرغوب فى صفـاتها وتجـميدها فى بنوك الأمـشاج ثم إعـادة إخراجهـا لتلقيح إناث الحـيوانات. وستكون لنا جولة مع هذه التقنية .

٣ ـ طور نقل وزراعة الأعضاء:

حـيث كانت هناك الكثـير مـن المحاولات لنقل وزراعـة الأعضـاء، ولكن تؤرخ الكثـير من المراجع إلى أنه تمت فى عـام ١٩٥٤م عمليـة ناجحـة لزرع الأعضـاء فى البشـر .. وتـم فيهـا نقل كلية .. وسيـأتى ذكر ذلك والمزيد عن عمليـات نقل وزراعة الأعضاء فى هذا الكتاب.

٤ ـ طور الهندسة الوراثية:

تم الإعلان عن ميلاد هذه التقنية فى عام ١٩٧٣م.

* ولقد استفاد الباحثون فى كل مكان من إمكانيات هذه التقنية فى إنجاز الكثير من التطبيقات .. والتى نظراً لكثرتها أفردنا لها ثلاثة كتب من السلسلة وهى:

أ ـ تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى مجال الكائنات البسيطة التركيب.

ب ـ تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجال الحيوان.

جـ ـ تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجال النبات.

وكما أن للبيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية وجهها المُشرق النافع للبشر، فهناك وجه آخر ممتلئ بالمخاوف والمساوئ والذى سيكون لنا معه لقاء فى أحد كتب السلسلة بعنوان «الوجه الآخر للبيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية».

٥ ـ طور الاستنساخ:

ذكرنا فى مقدمة الكتاب بعضاً من التطبيقات الخاصة بتقنية الاستنساخ؛ ورغم أن هذه التقنية بدأت منذ سنوات طويلة إلا أن الكثيرين منا لم يلتفتوا إليها إلا منذ سنوات قليلة بعد الإعلان عن استنساخ وولادة النعجة «دوللى» فى ٢٦ يوليو ١٩٩٦م، والتى توالى وراءها مسلسل الاستنساخ ليشمل أنواعاً كثيرة من الحيوانات، ووصل للبشر !!

وسيكون لنا لقاء مع تقنية الاستنساخ وتطبيقاتها والطريف والمفيد منها فى أحد كتب السلسلة بإذن الله.

٦ ـ طور تفاعل والتقاء البيوتكنولوچيا مع تكنولوچيا الاتصالات، المعلومات [عصر البيوتى] والتقائها مع تكنولوچيات جديدة مثل تكنولوچيا المواد الذكية، والتكنولوچيا المجهرية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية؛ وسيكون لنا معها لقاء فى أحد كتب السلسلة بإذن الله.

* وسنلقى ـ عزيزنا القارئ ـ الضوء فى هذا الكتاب على الأربعة أطوار الأولى من أطوار البيوتكنولوچيا .. مع وعد بأننا سنوالى إلقاء الضوء على باقى الأطوار فى باقى كتب السلسلة بإذن الله تعالى ... ومع أول طور من أطوار البيوتكنولوچيا وهو (طور زراعة الأنسجة) نبدأ جولتنا الثانية بهذا الفصل ... فمعنا ...

الطور الأول من البيوتكنولوجيا

زراعة الأنسجة النباتية **Tissue Culture** وتطبيقات متعددة عليها:

أولاً: تمهيد. • المقصود بزراعة الأنسجة:

يقصد بزراعة الأنسجة نمو خلايا أو أنسجة أو أجزاء نباتية مختلفة فى أوان زجاجية وأحياناً بلاستيكية، تحتوى على بيئات مغذية صناعية تتكون من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات، ويتم ذلك تحت ظروف كاملة التعقيم، والأوانى بما تحتويه من بيئة ومادة نباتية يطلق عليها اسم «مزرعة أنسجة» والمزارع يتم حفظها فى حضانات يمكن التحكم فى درجات حرارتها وإضاءتها وفقًا للاحتياجات المناسبة للنبات.

* ومن تتبعنا لأطوار البيوتكنولوجيا (الستة السابق الإشارة إليهم) فإننا نجد أن الباحثين والمهتمين بالبيوتكنولوجيا يعتبرون أن طور زراعة الأنسجة هو أول وأقدم هذه الأطوار التى ظهرت -[بحسب البداية التى اتفقنا عليها]- أما لماذا ... فالإجابة هى فى النقطة التالية:

ثانيًا: بدايات زراعة الأنسجة وكيفية تطورها:

وبنظرة سريعة على هذه البدايات ، وكيف تطورت الأمور لتصبح زراعة الأنسجة بهذا الشكل نجد:

١ - فى عام ١٨٤٠م أعلن العالم الألمانى (Van Liebig) أن وجود العناصر المغذية فى التربة يعتبر عاملاً هامًا لنمو النبات.

٢ - فى عام ١٨٦٠م أعلن العالم (Knop,) توصله إلى تكوين محلول مغذٍ للنبات معتمدًا على تحليلات التربة.

٣ - فى عام [١٨٣٨ ، ١٨٣٩] وضع كلٌ من عالم النبات **Shleiden** وعالم

الحيـوان Schwann وبصورة مستقلة أسس النظرية الخلوية مع التركيز على طبيعة الخلايا وقدرتها على النمو بعد فصلها من النبات الأم، ولقد توصل العالمان إلى نظرية القدرة الكامنة للخلية (Cell Totipotence) وتعنى قابلية أى خلية نباتية حية لتكوين نبات كامل.

٤ ـ فى عام ١٨٩٢ أعلن (Sachs) أن النباتات تحتوى على بعض مواد النمو التى تساعد على تكوين الأعضاء النباتية وتتحرك قطبيًا فى النبات .

٥ ـ فى عام ١٩٠٢ نجد ظهور نباتات الأنابيب، ولقد قام عالم النباتات الألمانى «هيبر لاندت Haberlandt» بالعديد من التجارب ومن خلالها استطاع أن يحدد المشكلات التى صادفت تجاربه ونجح فى وضع الأسس الهامة لنجاح زراعات الخلايا والأنسجة النباتية، وتلا ذلك إجراء العديد من التجارب والدراسات الناجحة التى أسهمت فى التطور السريع لعلم زراعة الخلايا والأنسجة النباتية، وبعرضنا بعضًا من إنجازات الباحثين بعد هذا التاريخ نجد أن العالم «White» فى عام ١٩٣٤ تمكن من الحصول على مزارع أنسجة لجذور نباتات الطماطم، وفى عام ١٩٣٩ تمكن العالمان (Gautheretو Nobecourt) من الحصول على مزارع خلوية (مزارع كالس) لجذور الجزر لها المقدرة على النمو المستمر وإعطاء خلايا جديدة غير مكتشفة، وتمكن العالم White أيضًا فى عام ١٩٣٩م من النجاح فى الحصول على مزارع كالس من ساق نبات الدخان، ونشأ علم زراعة الأنسجة والخلايا النباتية، وفى عام ١٩٤٦ أعلن (Ball) عن أول تطبيق عملى لتقنيات زراعة الأنسجة فى إكثار نبات الترمس والحصول على نباتات كاملة باستخدام القمم الساقية، وتوالى بعد ذلك الإعلان عن نجاح إكثار العديد من النباتات باستخدام زراعة الأنسجة. وفى عام ١٩٥٠ تمكن العالم Ball من تكوين الأعضاء النباتية من أنسجة الكالس. وفى عام ١٩٥٦ تمكن العالمان (Tuleck and Nickell) من النجاح والإعلان عن إمكانية نمو بعض الخلايا النباتية وتضاعفها فى المزارع السائلة (المزارع الخلوية المعلقة) بغرض الحصول على نواتج هذه الخلايا من المركبات الثانوية. وفى عام ١٩٧١م تم الإعلان عن النجاح فى الحصول على أول نبات كامل من مزارع البروتوبلاست، وأعلن

العـــالم (Murashige) فى عام ١٩٧٤ بحثه الـشهير عن إكثار النباتـات باستخدام زراعة الأنسجة، وأوضح فى هذه الدراسة مراحل الإكثار وأهم المشاكل التى ظهرت فى الفتـرة السابقة، وبعض التوصـيات الضرورية.وفى عام ١٩٧٤ أيـضًا تم الإعلان عن نجاح التـحول الحـيوى «Biatrans Formation» فى مزارع الخلايـا والأنسجة النباتية، وفى عـام ١٩٧٨م تم الإعلان عن نجاح التهـجين بين الخلايا الجسديـة بتقنية التهجـين الجسدىSomatic. Hybridization لكلٍ من الطمـاطم والبطاطس على يد (Melchersetal)، وتكوين نبات البطاطم، وهذا النبات عـقيم. وتم الإعلان فى عام ١٩٨٢م عن نجاح عملية اندماج البروتوبـلاستٍ باستخدام الحافز الكهربى. وفى عام ١٩٨٥م تم الإعلان عن نجاح التحول الوراثى (Transformation) فى أجزاء الأوراق المعدية بالأجروباكتـيريوم والحصول على نباتات متحولة وراثيًـا من مزارعها على يد (Horsch etal) .

ثالثًا : ملاحظة هامة

يجب أيضًا ألا نغفل دور العالمين «سكوت ومـيللر» حيث بدأت مزارع الأنسجة فى التنفـيذ على أيديهمـا بالإضافة لجـهود علمـاء عديدين. ولعلك عـزيزى القارئ تلاحظ من خلال تتبع التواريخ السابقة وأحداثهـا كيف أن «تقنية زراعة الأنسجة» قد بدأت منذ فتـرة طويلة .. وكيف أسهمت جـهود العلماء المتـواصلة فى تطويرها لحد مذهل حـتى أننا بوصولنا إلى عام ١٩٨٥م نجـد حدوث قفـزة وتحول كـبير من طور زراعة الأنسجة وأُعلن عن الحصول على نبـاتات متحولة وراثيًا لندخل إلى طور آخر يغزو عالم النبات وهـو تطبيقات الهندسة الوراثية فى مجـال النبات ـ(والتى سيكون لنا معها لقاء منفرد بأحد كتب السلسلة بإذن الله)ـ وبالتالى يتبين لك مدى سبق طور «زراعةالأنسجـة» عن طور «الهندسة الوراثية» وبخاصة فى غزو مـجال النبات .. إلا أن هذا لا يمنع استفادة كلا الطورين من بعضهما استفادات بالغة الأهمية .. سنوالى إظهار أهميتها تباعًا من خلال التطبيقات المختلفة فيما بعد ...

رابعًا: أهمية زراعة الأنسجة وتطبيقات متعددة توضح مجالات استخداماتها والاستفادة منها.

لعـبت زراعة الأنسـجـة ومازالت تلعب دورًا هـامًا فى مـجالات مـختلفة مـثل

فسيولوچيا النبات، وأمراض النبات، وبيولوچيا الخلية، وفى تربية وإكثار النباتات بل وللحصول على منتجات من أنسجة بعينها تنمو فى المعمل دون تنمية باقى النبات مثل ألياف القطن دون النبات الكامل، وعصير البرتقال دون الثمرة .. أيضًا فى مجال الهندسة الوراثية وغيرها.

وسنحاول فيما يلى عرض بعض التطبيقات الموضحة لأهميتها واستخداماتها المتعددة.

بعض التطبيقات الموضحة لأهمية «زراعة الأنسجة» واستخداماتها المتعددة

التطبيق الأول:

كوسيلة لرفع وزيادة إنتاج الأنواع المتميزة:

إذ يستخدمها المزارع فى التكثير الخضرى لنباتات ممتازة دون اللجوء للبذور ..

وفيما يلى بعض الأمثلة الموضحة لذلك:

١ ـ فى مجال زراعة النخيل (نخيل الزيت، ونخيل البلح).

فإذا عثرنا على نخلة واحدة أثمرت بلحًا أكثر حلاوة .. يمكن بتقنية زراعة الأنسجة أن نقوم بنسخ ملايين الأشجار من أنسجة شجرة واحدة إذا أردنا .. ولقد طورت إحدى الشركات العالمية بإنجلترا تكنيك زراعة أنسجة نخيل الزيت Oil Palm لترسل أولى شتلاتها للزراعة فى ماليزيا عام ١٩٧٦م، فتثمر عام ١٩٧٨م بزيادة فى غلة الزيت تبلغ ٣٠٪ .

٢ ـ الاستفادة من تكنولوچيا زراعة الأنسجة فى إكثار نخيل البلح:

يقول «أ.د. كمال البحر» بالمركز القومى للبحوث: إن الطلب يزداد سنويًا على أصناف بعينها من نخيل البلح خاصة «نخيل بلح سيوة» والذى تقبل عليه دول

جنوب شرق آسيا بشكل كبير مما يساعد على تحقيق دخل من العملة الصعبة نتيجة زيادة تصدير هذا المنتج المتميز.

أعداد نخيل البلح فى بداية القرن العشرين والآن:

تشير الإحصاءات القديمة إلى أن عدد النخيل فى مصر عام ١٩٠٧م بلغ حوالى «١٣ مليون» نخلة، إلا أن أعداداً كبيرة منها هلكت نتيجة إقامة خزان أسوان، ثم السد العالى، وما ترتب على ذلك من ارتفاع مستوى المياه على شواطئ النوبة قديمًا .. لذا فقدت مصر العديد من الأشجار لهذه الأسباب، وأيضًا لسبب آخر وهو التوسع العمرانى خاصة فى المناطق الشمالية .. ويبلغ عدد نخيل البلح المثمرة حاليًا حوالى « ٥ , ٧ مليون» نخلة.

*** إكثار النخيل طبيعياً:**

يتم إكثار النخيل طبيعيًا :

١ ـ إما عن طريق الفسائل التى تنمو حول الشجرة الأم، وهذه الطريقة تعطى نباتات مشابهة للأم ولكنها لا توفر الأعداد المطلوبة للتوسع فى زراعات النخيل خاصة فى المناطق الجديدة. وتعتبر هذه الطريقة بطيئة حيث لا تظهر نتيجة نجاحها إلا بعد عدة سنوات.

٢ ـ إكثار النخيل بالبذرة يمكن ولكن هذه الطريقةتعطى نسبة متساوية من النباتات المؤنثة والمذكرة، وهذا غير مجد اقتصاديًا حيث أن المطلوب هو النباتات المؤنثة، ولا يتم التمييز بين النباتات المؤنثة والمذكرة قبل مرور (٦ ـ ٧) سنوات حتى تثمر النخلة، وفى ذلك إهدار للمال والوقت، ثم إن برامج التربية التقليدية تحتاج لسنوات طويلة (تصل إلى ٢٠ ـ ٢٥ عامًا) حتى تتم التهجينات بين الأصناف والحصول على صنف جديد، وتُعد أشجار النخيل هدفًا للعديد من الأمراض أخطرها مرض «البيوض».

ولقد أعلن أ. د. هانى الناظر [رئيس المركز القومى للبحوث] أن فريقًا من علماء المركز برئاسة أ. د. كمال البحر قد نجحوا فى الإكثار المعملى المكثف لنخيل البلح

المصرى وذلك باستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة النباتية بغرض المحافظة على الأصول الوراثية لأشجار النخيل خاصة الأصناف المتميزة منها أو الأصناف المهددة بالانقراض، وقد تم تنفيذ المرحلة الأولى (من أغسطس ١٩٩٨ وحتى أبريل ٢٠٠٢م) بمعامل المركز القومى للبحوث بالتعاون مع معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بوزارة الزراعة.

وقد تضمن المشروع هدفين متوازيين على المدى الطويل:

الأول: تطوير بروتوكول الإكثار المعملى لأصناف نخيل البلح المصرى باستخدام تقنيات زراعة الأنسجة النباتية، والتى تعتمد على فصل القمة النامية (من جمارة النخل) وتنميتها على بيئات صناعية مغذية تحت ظروف كاملة التعقيم، للحصول على آلاف النباتات المطابقة تمامًا للنبات الأم، وهذه الآلاف من النباتات لايمكن الحصول عليها بطرق الإكثار التقليدية للنخيل.

والثانى: توظيف التقنيات الحديثة والمتقدمة للبيولوجيا الجزئية لتعريف أصناف نخيل البلح المصرى وعمل البصمات الوراثية لها.

وباستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة فإن المتوقع هو زيادة جودة الثمار، والمحصول وزيادة فى أداء ما يزرع من الأصناف الممتازة بطيئة التكاثر، وإغراء بزيادة المساحات الصحراوية التى تزرع نخيلاً.

التطبيق الثاني:

لقصر مدة الدراسة:

وأيضًا تمتاز بقصر مدة الدراسة لنحصل على نفس النتائج كما لو تمت على النبات الكامل، ففى خلال أسابيع قليلة يمكن معرفة نواتج التمثيل الحيوى لمركب الترفلان (مبيد حشرى) تستغرق فى النبات الكامل موسمًا كاملاً أيضًا.

التطبيق الثالث:

إنتاج سلالات تقاوم الأمراض:

تسهم هذه التقنية فى إيجاد وسيلةجيدة وسريعة حقًا لإنتاج سلالات تقاوم الأمراض ومثال لها أن المربى قد يلاحظ فى حقل أصيب بمرض ما، وأن بعضًا من

النباتات قد قاومه. يستطيع المربى أن يستخدم خلايا هذه النباتات، فيستزرعها فى مستنبت يحمل المادة السامة التى يفرزها الكائن الممرض، لينتخب منها ما يستطيع أن يتحمل السم، فيستزرعه ثانية، ربما بعد أن يرفع تركيز السم فى المستنبت وينتج لديه جيل خلوى، وباستكمال نموها لتصبح نباتات كاملة النمو من سلالة من الخلايا المقاومة للمرض. ولقد نجحت هذه الطريقة فى انتخاب سلالة من البطاطس مقاومة لمرض لفحة البطاطس Potato Blight ومع كثير من النباتات الأخرى فى ظروف مشابهة.

التطبيق الرابع:

استخدام القمة المرستيمية:

وفى أغلب حالات الإكثار باستخدام زراعة الأنسجة يكون الجزء النباتى المستخدم هو القمة المرستيمية (Meristem Tip) أو القمة النامية (Shoot tip) وهى تحتوى على القمة المرستيمية وبعض بدايات الأوراق، ويمكن فصل القمة المرستيمية تحت الميكروسكوب كما فى حالة فصل القمم المرستيمية للبطاطس بهدف الحصول على نباتات خالية من الفيروسات، وذلك اعتماداً على أن القمم المرستيمية تتميز بخلوها من الفيروسات بدرجة كبيرة.

التطبيق الخامس:

الاستفادة من ظاهرة التباين الخضري الكلوني:

أيضًا يتم الاستفادة من ظاهرة «التباين الخضرى الكلونى» فى خلايا النسيج النباتى الواحد الموضوع فى مستنبت فى انتخاب وإنتاج سلالات مختلفة ثابتة وراثيًا من النبات ومثال لها : فى استنباط سلالة من قصب السكر مقاومة لمرض العين (Eyespot Disease) الذى يسببه فطر هلمنتوسبوريام سكّاراى.

التطبيق السادس:

لتوفير الجهد والوقت:

وعند دراسةعمليات التمثيل الحيوى Biodegradation لمبيدات الحشرات بمزارع الأنسجة أعطت نفس النتائج التى تمت على النباتات الكاملة بل تفوقت فى أنها

أظهرت نواتج لم نستطع الحصول عليها من دراسة عمليات التمثيل فى النبات الكامل التى تستغرق وقتًا وجهدًا أكبر.

التطبيق السابع:

في إنتاج محاصيل مقاومة للملوحة و.. [عالم بزرع البحار]:

نبات الغاب (البوص) الذى ينمو فى مياه البحر هو من نباتات العائلة النخيلية، والتى تضم الأرز والقمح، وللنبات چينات تجعله يتكيف مع المياه شديدة الملوحة التى تغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية. ونبات الغاب يشبه فى تركيبه نبات الأرز والقمح، وكانت الفكرة كما يذكر «د. أحمد مستجير» [أستاذ علوم النبات بجامعة القاهرة ومؤسس مركز علوم الوراثة] والفكرة هى: أننا لو اكتشفنا الچينات التى تُمكن الأرز والقمح من تحمل الملوحة؛ إذًا لحاولنا نقلها بالهندسة الوراثية إلى الأرز والقمح. لكن الجهاز الوراثى لتحمل الملوحة فى النبات كان لا يزال مجهولاً، وكان هذا هو البداية لأبحاث طويلة للدكتور أحمد مستجير، وفضّل لذلك تقنية الاندماج الخلوى أو التهجين الخضرى بين الأرز والغاب، القمح والغاب، والتى تسمى «الهندسة الوراثية للفقراء» وهى ليست هندسة وراثية. ويتم فيها دمج خلايا منزوعة الجدار من نوعين مختلفين من النبات لتنتج خلايا هجينة تحمل الطاقمين الوراثيين للنوعين كليهما، ويكون ذلك فى أطباق خاصة بالمعمل مع شرط توافر الظروف البيئية والغذائية ودرجة الحرارة المناسبة للنمو .. وبعد تكوين ما يعرف بالكلوس يتم تشجيع الكلوس على تكوين نموات خضرية وجذور ثم زراعة النباتات فى أصص صغيرة لتنمو إلى حد مناسب ثم نقلها إلى الصوبات، وبعد نجاح نموها واستمرارها يتم نقلها للمناطق الخارجية.

وكانت بداية التجربة فى موسم (٨٩ - ١٩٩٠م) فتم تمويل مشروع ضخم للتهجين الخضرى بين الغاب وكل من الأرز والقمح، بهدف اقتناص چينات تحمل الملوحة «أيًا ما كانت» من الغاب وتضمينها فى الطاقم الوراثى للمحصولين. وعن طريق الانتخاب بين البادرات الناتجة عن استزراع كالوس الخلايا المدمجة، للقدرة على تحمل الرى بماء البحر، تم اختيار النباتات التى تعطى حبوبًا تشبه حبوب الأرز

والقمح، ونتج الجيل الأول للتهجين الخضرى للأرز «صنفى جيزة ١٧٥» و «جيزة ١٧٦» بالغاب ؟!

فى حالة القمح صنفا «سخا ٨ ، سخا ٦٩» فى الصوبة بدأ الانتخاب بين البادرات لقدرتها على تحمل الملوحة والجفاف، وفى عام ١٩٩٨م تم استئجار أربعة فدادين بالفيوم من الأرض المالحة وزراعتها ببذور سلالتين من الأرز المهجن خضريًا لتحمل الملوحة، والأخرى لتحمل الملوحة والجفاف، ولوحظ فى نفس المساحة نظريتان فى القمح . أعطى الفدان من سلالة الأرز الأولى محصولاً بلغ (٢,٥ طن) «بتصافى ٧٢ ٪» وأعطت السلالة الثانية (٢,٧٥ طن) «بتصافى ٦٦ ٪» ، ومعلوم أن إنتاج السلالة العادية بين (٤ ، ٥ أطنان للفدان) وكانت غلة سلالة القمح (١٥,٥ أردبًا للفدان)، أما الثانية فكانت (١١ أردبًا) فى حين أن السلالة العادية من القمح والتى تروى بمياه عذبة وفى أرض عادية تنتج نحو (١٨ أردبًا للفدان)؛ واللافت للانتباه أن طعم الحبوب الناتجة (من تقنية الاندماج الخلوى) لم يكن مالحًا على الإطلاق..

ولقد تمكن د. مستجير وفريقه من خلال ذلك من الحصول على «١٢» سلالة من الأرز، و «٨» سلالات من القمح تحت التجربة، وأوضح د. مستجير أن الفرق بين تجارب مصر وخارجها أننا فى مصر لا نبحث عن الجينات لأن تجاربها مكلفة جدًا، لذا فالاعتماد هنا على التهجين الخضرى ثم الانتخاب. ويذكر د. مستجير أن عدد الأفدنة المزروعة بهذه الحبوب الجديدة قد وصل إلى (٦٠ فدانًا) بأرض مالحة تمامًا لا تصلح لأى زراعة فى محافظتى الفيوم وبنى سويف، ولقد تمكن باحثونا فى مايو من عام ٢٠٠٤م من تسجيل سلالة أرز، وسلالة قمح، وهم الآن يحاولون إكثارهما وزراعتهما بعد ذلك.

وبالنسبة للماشية .. يذكر د. مستجير أنه أمكن تهجين الماشية البلدية مع (١٣ صنف أجنبى) بتمويل من أكاديمية البحث العلمى على مدى «٨ سنوات»، وبالنسبة لاستنساخ الجاموس .. فلقد كان من بين أهداف المشروع هو إنشاء مدرسة علمية فى مجال جديد تمامًا، يمكن به أن ترفع إنتاج اللبن من الجاموس، وكان المشروع يحتاج

إلى ثمانية ملايين جنيه، ووافق عليه مجلس كلية الزراعة، ومجلس جامعة القاهرة، وكان ذلك عام ١٩٩٨م ولم نتمكن من تمويله حتى الآن.

التطبيق الثامن:

تهجين الذرة بالغاب:

استطاع «د. مستجير» وزميله «د. أسامة الشيحى» تهجين الذرة بالغاب، ونجح الجيل الأول نجاحًا مذهلاً ، لكن يذكر د. مستجير أنه لا يمكن مع الذرة إنتاج سلالة مقاومة للملوحة، كما كان الأمر مع الأرز والقمح. فالأمر يحتاج إلى الدخول فى موضوع «البذور الاصطناعية»، لنشر الهجين الأول بإنتاج ملايين البذور والسعى الآن لإيجاد مصادر التمويل، وإذا تمكنوا يومًا من إنشاء معمل لإنتاج البذور الاصطناعية فمن الممكن أن نزرع بها آلاف الأفدنة فى غضون بضعة أشهر.

التطبيق التاسع:

الإمداد بمصادر الچينات:

أيضًا من فوائد مزارع الأنسجة والخلايا المقاومة أنها تمدنا بمصادر الچينات لنقلها عن طريق زراعة الأنسجة بواسطة دمج الخلايا. ويستخدم تكنيك بيولوچيا الجزيئات لنقل الصفات المقاومة من نبات لنبات وبين الكائنات الدقيقة والنبات.

التطبيق العاشر:

الاستفادة من زراعة الأنسجة في توفير منتجات زراعية دون نبات:

ويتضمن عدة أمثلة عن إنتاج الصمغ والفانيليا وألياف نبات القطن وغيرها فى المعمل دون حقول.

المثال الأول: لإنتاج الفانيليا من مزارع الأنسجة.

حيث تمكنت إحدى الشركات عام ١٩٩١م من إنتاج النانيليا من مزارع الأنسجة، وهذه النانيليا ليست صناعية مثل التى تباع فى العديد من الأماكن ، وإنما هى مطابقة تمامًا لما تنتجه بذور أوركيدة النانيليا ـ (والتى تنمو فى عدد قليل من المناطق الاستوائية مثل جزيرة مدغشقر).

الجولة الثالثة:

الإخصاب خارج الرحم

In Vitro Fertilization (IVF)

بسم الله الرحمن الرحيم ﴿ وَوَصَّيْنَا الإِنسَانَ بِوَالِدَيْهِ إِحْسَانًا حَمَلَتْهُ أُمُّهُ كُرْهًا وَوَضَعَتْهُ كُرْهًا ﴾ (الأحقاف ١٥)

بسم الله الرحمن الرحيم ﴿ وَوَصَّيْنَا الإِنسَانَ بِوَالِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُ وَهْنًا عَلَىٰ وَهْنٍ وَفِصَالُهُ فِي عَامَيْنِ ﴾ (لقمان ١٤)

قالوا:

« ... منذ ما يقل عن أربعين عامًا حكمت محكمة فى الينوى بأن التلقيح الصناعى بمنىٍّ غريب - سواء بموافقة الزوج أو بدونها - يعتبر زنا من ناحية الأم، وكل طفل يولد بهذه الطريقة طفل غير شرعى. أما اليوم فإن مثل هذا التلقيح يتم روتينيًا، وقد ولد عن هذه الطريقة ما يزيد عن (ربع مليون أمريكى) .. لقد تعودنا على الإخصاب فى «الأنبوب» تعودنا على بنك الحيوانات المنوية .. هناك على الناصية القريبة تُفسح النماذج الاجتماعية والمؤسسات المكان فى بطء لأم الغرباء، لزواج الشواذ، ولا تزال الأمهات البديلات أمرًا خلافيًا .. لكننى أتوقع أن تجد لها دورًا بين الأدوار المتزايدة بالحياة العائلية». [من كتاب عصر الجينات والإلكترونات]

تأليف: والتر إندرسون

ترجمة د. أحمد مستجير

« لو أننا طلبنا من رجل أن يربى فى بطنه مخلوقًا غريبًا لمدة تسعة أشهر، لتسبب هذا له فى احتقان شرايين رجله وغازات فى أمعائه، وغثيان نفس، ومقاياة من المعدة، وفقدان ذاكرته، وتنتهى بمدة ٣٦ ساعة من آلام شنيعة وعملية جراحية، فهل سيقبل بذلك؟ حتى رامبو سيرفض العرض».

الروائية كاثي لت عن الحمل والولادة

تعليق: [لكن لي مينجوي وافق.. !!]

المثال الثانى: هناك من تمكن من تنمية الحويصلات التى تحمل العصير فى ثمار (البرتقال والليمون والجريب فروت) لينتج عصائر الموالح من مزارع الأنسجة دون أشجار وثمار، ومن الباحثين المهتمين العاملين فى هذا المجال نذكر الباحث «برينت تسيرات» والذى له معمل فى [باسادينا].

التطبيق الحادى عشر:

تعريض المستنبت لمختلف الظروف وضغوط مختلفة:

أيضًا قد تخدم زراعة الأنسجة كثيرًا فى توفير منتجات زراعية لبعض النباتات حتى فى بلاد ومناطق لا تصلح زراعتها فيها أصلاً لاختلاف المناخ مثلاً أو التربة.

أيضًا يتم تعريض المستنبت لضغوط (مرضية ـ محلية أو حرارية) لتنتخب الأفضل من الخلايا والأكثر تأقلمًا ـ(لا يتاح ذلك فى الظروف العادية فى الزراعة بالحقل).

التطبيق الثانى عشر:

الاستفادة منها في مجال الصيدلة (إنتاج عقاقير) ومدخل للهندسة الوراثية:

حيث أوصى المؤتمر السادس للاتحاد المصرى لطلاب كليات الصيدلة الذى نظمته كلية الصيدلة جامعة المنصورة تحت رعاية د. «يحيى عبيد» (رئيس الجامعة)، والذى كان يدور حول الاتجاهات الحديثة فى مجالات تطوير الدواء، بضرورة استخدام التكنولوچيا الحيوية فى إنتاج الدواء عن طريق استخراج الخلايا الحيوية من مصادر نباتية أو ميكروبية لإنتاج مواد ذات صفة صيدلية أو طبية، والتوسع فى استخدام الأعشاب فى مجال علاج الأمراض المختلفة وتقنين استخدامها.

هذا ونؤكد على أن نظم زراعة الأنسجة تعتبر مدخلاً لبيوتكنولوچيا النبات والهندسة الوراثية والحصول على نباتات مقاومة.

أولاً: تمهيد:

سبق لنا عزيزى القارئ أن ألقينا الضوء على الكثير من جوانب هذه المرحلة (الطور) الهامة من مراحل البيوتكنولوچيا فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوچيا) .. وسنلقى فى هذه الجولة - أيضًا - المزيد والغريب والطريف عنها خاصة فيما يتعلق ببداياتها والفكرة التى بُنيت على أساسها وبعض إيجابياتها وسلبياتها وردود أفعال الباحثين عليها مع عرض بعض التطبيقات الهامة.

ثانيًا: البدايات:

حيث يرجع الفضل الأول فى ظهور هذا الطور للمحاولات الناجحة من قبل مربى الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها وتجميدها فى بنوك خاصة (بنوك الأمشاج) لوقت مناسب، ثم إعادة إخراجها من البنوك لإتمام تلقيح إناث الحيوانات بها، وذلك للحصول على أجيال من الماشية ذات صفات تجارية مرغوبة تحقق المكاسب المادية، ثم انتقلت الرغبة للاستفادة بما سبق مع البشر .. فكان فى عام ١٩٥٣م أن استخدم حيوان منوى مجمد فى التخصيب الصناعى للإنسان .. وشجع ما سبق الباحثين على بذل المزيد من الجهود لتحسين التقنية واستحداث طرق وأدوات أفضل واتباع تكنولوچيا أكثر تطورًا .. اكتملت بشكل رائع، وأمكن فى ظل الاستفادة منها وتطبيقاتها فى عام ١٩٧٨م أن يتحقق حلم داعب الكثيرين وتمت ولادة أول طفلة أنابيب فى العالم وهى الطفلة «لويزا براون» .. وبعدها بعامين تم إنشاء بنك الأمشاج **Sperms Bank** للاحتفاظ بمنويات الرجال وبويضات النساء، والذى سمح بظهور أطفال الأنابيب على مجال أوسع.

ثالثًا: الفكرة التى يقوم على أساسها الإخصاب خارج الرحم:

يعتمد هذا الأسلوب على استبعاد العلاقة الجنسية بين الرجل والمرأة كوسيلة وحيدة للإنجاب .. والفصل بين العلاقة الجنسية من ناحية وبين الإنجاب من ناحية أخرى، وينقسم الإخصاب خارج الرحم إلى مرحلتين: المرحلة الأولى: وتتم فى المعمل .. وفيها تتم عمليتا التلقيح والإخصاب خارج الرحم **In vitro** عن طريق

سحب عدة بويضات من الزوجة -[وليس بويضة واحدة افتراضًا من الطبيب لاحتمال فشل بويضة أو أكثر فى تلقيحها وإخصابها] ، ونطفة مذكرة (حيوانات منوية) من الزوج، وإجراء التلقيح والإخصاب بينهما معمليًا -[أى تمكين الحيوان المنوى من اختراق جدار البويضة والالتحام أو اندماج نواتيهما]- ويتم ذلك فى أنبوب اختبار بالمعمل .. وبعد فترة زمنية معينة (١٥ يومًا) تكون فيه البويضة المخصبة (الزيجوت Zygote أو اللاقحة أو الجنين) قد انقسمت لعدد مناسب من الانقسامات يتم عندها الانتقال إلى المرحلة الثانية.

المرحلة الثانية: يتم فيها نقل وزرع الجنين -[أو أكثر من جنين]- فى رحم الزوجة لاستكمال الحمل والولادة.

وزراعة أكثر من جنين بسبب خوف الطبيب من فشل الحمل إذا كان فى جنين واحد، وهو احتمال قائم لذا يتم زراعة أكثر من واحد غالبًا حتى إذا ما فشل أحدهما فى الاستمرار يستمر الآخر ليولد حيًا فى ميعاده بإذن الله.

مدة الحمل: الحمل فى الظروف العادية (الناتج عن العلاقة الزوجية بين الزوجين) يكون مدته تسعة أشهر، وأقل مدة حمل شرعًا وقانونًا هى ستة أشهر، وأكثرها سنة كاملة، ويبدأ الحمل من تاريخ الإخصاب أى اندماج الحيوان المنوى بالبويضة فى قناة فالوب، وينتهى إما بإتمام الحمل والولادة للجنين حيًا، أو إسقاطه (إجهاض) قبل اكتمال مدة الحمل، أو بعد تمامها، لكن هذه المدة فى التلقيح الصناعى يتم فصلها وتجزئتها على مرحلتين .. (كما سبق وذكرنا)، وهذا الفاصل الزمنى قد يطول لشهور وربما لسنوات.

الاستفادة من بنوك الأمشاج والأجنة للفصل بين مرحلتى الحمل فى هذه التقنية: مع التقدم الحادث فى هذه التقنية وأدواتها أمكن للباحثين إنشاء بنوك خاصة للاحتفاظ بالنطف المذكرة وللبويضات [الأمشاج] وبنوك للاحتفاظ بالأجنة .. وذلك فى حالة مجمدة .. وتحت ظروف تضمن سلامتها لعدة سنوات .. وبذلك يمكن للطبيب (بفضل الله) بعد إنجازه للمرحلة الأولى؛ وبحسب الرغبة وضع الأجنة المجمدة لفترة قد تطول أو تقصر ثم استدعاء الأجنة المجمدة من هذه البنوك بعد هذا الفاصل الزمنى لإنجاز

المرحلة الثانية ونقل وزراعة الجنين لاستكمال الحمل والولادة .. وكم من الغرائب ظهرت فى ضوء الاحتفاظ بالأمشاج والأجنة ثم استدعائها ليحدث الحمل والإنجاب .. وسيكون لنا لقاء بعد قليل مع بعض الأمثلة من الحياة توضح لنا هذا المفارقات.

ها أنت ترى عزيزنا القارئ كيف تغيَّر الموقف على المستوى السياسى والاجتماعى بالنسبة لإنجاب الأطفال .. بعد ظهور هذه التقنية وذلك من طريقة الإنجاب الطبيعى والذى يحدث كنتيجة طبيعية للاتصال الجنسى بين الرجل والمرأة وهو المتبع منذ بداية الإنسان على الأرض .. وهذه العلاقة خاصة لا يتدخل فيها طرف ثالث ..

أما بعد ظهور هذه التقنية ونجاح استخدامها فى عام ١٩٧٨م انطلقت من عرينها وأصبح هناك ما يطلق عليه الإنجاب الصناعى حيث تكون هناك مشكلة عند الزوج أو الزوجة فى الإنجاب -[أو لا تكون أحيانًا]- ويتم الإنجاب بتدخُّل طرف ثالث أو عدة أطراف.

وهذا الطرف أو عدة أطراف قد يكون:

١ - فقط الطبيب المعالج الذى يقوم بالحصول على الحيوانات المنوية والبويضات لإتمام التلقيح والإخصاب.

٢ - أطراف أخرى .. ويترتب عليها غرائب وعجائب .. كأن يكون الزوج مصابًا بالعقم .. فتُستدعى حيوانات منوية من متبرع أو بنوك الأمشاج لتلقيح وإخصاب بويضة الزوجة ثم إتمام الحمل والولادة، فيكون للطفل اثنان من الآباء .. أو عدم تمكن مبيض الزوجة من إنتاج بويضات .. فيؤخذ بويضات من متبرعة أو غالبًا [شراء بويضات] لتلقيحها بمنى الزوج، وحمل الزوجة فى هذه البويضة المخصبة لاستكمال الحمل والولادة لطفل له اثنان من الأمهات.

٣ - أو عجز رحم الزوجةعن الحمل أو عدم وجوده أصلاً (عيب خلقى) فيتم البحث عن أم صاحبة رحم بديل .. ولقد تحدثنا فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوجيا) بشىء من الاستفاضة عن قضية الأرحام المؤجرة والأمهات البديلات .. وسيكون لنا لقاء بعد قليل عن بعض المشاكل والمفارقات الاجتماعية

نتيجة توجيه الاستفادة من هذه التقنية إلى الإطار غير الشرعى.

رابعًا: إلقاء الضوء على بعض المظاهر الإيجابية لحسن الاستفادة من هذه التقنية والمظاهر الغريبة اللاأخلاقية (فى ضوء معاييرنا) لاستخدامها.

ومن الإيجابيات العديدة التى ترتبت على ذلك نذكر: المساعدة فى حدوث الحمل للكثير من الأزواج الذين كانوا يعانون من مشاكل فى الإنجاب، وأيضًا فى أن يعرف الآباء جنس الوليد قبل الولادة، ويجعل أيضًا الإخصاب خارج الرحم، اختبارات ما قبل الولادة أسهل كثيرًا وأعلى نوعية لمعرفة الكثير من الأمراض الوراثية التى يحملها الجنين مثل متلازمة داون.

بل ووصل الأمر إلى أن أصبح بالإمكان الحصول على عدة بويضات مخصبة خارج الرحم، ونقل واحدة منها لرحم الأم لاستكمال الحمل والولادة؛ بينما يتم الاحتفاظ بباقى البويضات المخصبة فى بنوك خاصة لتصبح أجنة مجمدة يُحتفظ بها لعدة سنوات لحين الحاجة إليها .. وأخذها لنقلها لرحم نفس الأم ليتم الحمل والإنجاب لهذا الجنين، ليصبح أخًا أو أختًا للطفل الأول بفارق زمنى رغم أنه تم الحصول على البويضات المخصبة فى وقت واحد.

جدير بالذكر أنه تم فى عام ١٩٨٤م ولادة (زونى) كأول طفلة كانت جنينًا محفوظًا فى بنك الأمشاج، وهى من ملبورن باستراليا، وبحالة صحية جيدة، وفى أغسطس من عام ١٩٨٤ وضعت سيدة استرالية ثانى طفل فى العالم من جنين مجمد.

وكما كانت هناك إيجابيات فلقد ظهرت أمور عديدة اتسمت بغرابتها وخرجت عن الإطار الشرعى المقبول ووصلت إلى حدود اللامعقول واللاأخلاقى بمعاييرنا .. ونذكر منها:

١ ـ تلك السيدة التى حملت من أخيها (فى فرنسا)!!

٢ ـ سيدة أخرى تحمل من زوجها بعد وفاته ..

٣ ـ السيدة الإيطالية (روزانا ديلاكورتى) التى ولدت وهى فى سن الـ ٦٢ سنة بعد أن أخصبت بويضة من واهبة بمنىٍّ زوج روزانا، ثم أعيدت إلى رحمها ... وفى

إيطاليا ولدت الطفلة «إليزابيتا» بعد أن حملتها عمتها من بويضة والدتها «الحقيقية» التي توفيت قبل عامين في حادثة ..

٤ ـ وهناك السيدة الهندية التي حملت أيضًا وهي في الستينات من عمرها.

٥ ـ أيضًا نشرت الوسائل الإعلامية في ٢٦/ ١٢/ ١٩٩٩م عن ذلك الأب البريطاني الذي توفي ابنه الشاب في حادث سيارة، فقام الأب برفع قضية أمام القضاء من أجل استصدار حكم بالإفراج عن الحيوانات المنوية لابنه المتوفى لإنجاب حفيد من هذا الابن !! .. إن هذا الشاب البريطاني كان قد أوصى قبل وفاته باستخدام حيواناته المنوية في حالة وفاته في إنجاب طفل من صديقته .. غير أن الصديقة التي كانت تربطها علاقة غرامية دامت نحو عشرة أعوام رفضت تطبيق الوصية كما رفض المستشفى الموجود به الحيوانات المنوية الإفراج عنها إلا بعد صدور حكم قضائي حول مشروعية الإنجاب في هذه الحالة، والدا الشاب المتوفى قاما بإبرام اتفاق مع سيدة أخرى لإنجاب حفيد لهما غير أنهما اصطدما برفض المستشفى علاوة على عدم جواز إجراء عملية التخصيب في مثل هذه الحالة داخل بريطانيا طبقًا لنص القانون البريطاني .. وصرح متحدث باسم المستشفى بأن القضية متعددة الجوانب وتثير العديد من الأبعاد القانونية والأخلاقية والاجتماعية.

٦ ـ أمريكية تلد توأمًا لابنتها: بالطبع ليست أمريكا بعيدة عما يحدث ففي عام ٢٠٠٢م طالعتنا الصحف عن حمل السيدة الأمريكية شارون دان (٤٨ عامًا) في توأم، وكان سبب الحمل هو ذلك الوعد الذي قطعته لابنتها «تريش روبرتيس ٢٥ عامًا»؛ بأن تحمل لها أطفالها بعملية الإخصاب خارج الرحم بعد أن اكتشفت أن ابنتها وُلدت بلا رحم .. ووفت شارون بوعدها وحملت في أحد مستشفيات الولايات المتحدة وسلمت ابنتها الطفلتين بعد ولادتهما !!

٧ ـ بالطبع لم تنته الأمثلة عن سوء استغلال هذه التقنية، فهناك قضية السيدات اللاتي يؤجرن أرحامهن للحمل Surrogate Motherhood وقضية الأرحام البديلة والتي تناولنا الحديث عنها بشيء من الاستفاضة من قبل.

ردود أفعال بعض العلماء والباحثين:

هناك تنبؤ فى العديد من دول الغرب يوضح أنه سيصبح من الممكن قريبًا أن تحمل المرأة فى أى عمر.

- أيضًا كان لدكتور «چيفرى ز. فيشر» تعليق على تلك الأمور .. وفيما يلى نذكر بعضًا منها:

يقول د. «چيفر أ. فيشر»:

سيكون علينا أن نعيد تحديد ما نعنيه بالأمومة والأبوة والحمل، ستصبح بعض النسوة أمهات بيولوچيات دون أن يحملن، بل يستأجرن أمًا تلد لهن. ستختار أخريات أن يحملن متأخرًا، بعد أن يتوقفن عن العمل أو حتى بعد سن اليأس، إما أن يحملن بأجنتهن الجاهزة من سنين سابقة -[كما سبق وذكرنا]- أو بشراء بويضات من نساء أخريات. ستحمل بعض النسوة دون أن يقابلن الأب، سيصبح الرجال آباء بيولوچيين دون أن يقابلوا الأم. سيولد أطفال دون أن تحمل بهم امرأة ! وثمة عدد آخر من التباديل أيضًا يقينًا، سيجد الكثيرون منا أن هذه الأفكار بغيضة جدًا وغريبة جدًا عن الطريقة الأساسية المميزة لحياة البشر .. أىُّ حق للعلم والطب أن يتطفلا على أكثر عمليات حياتنا طبيعية، فيحيلانها لتصبح مصطنعة فظيعة؟ سنُواجه بمثل هذه القضايا الأخلاقية المرة بعد المرة فى مستقبل الرعاية الصحية، وليس فقط فى مجال التكاثر.

ونستنتج من رأى «د. چيفرى أ. فيشر» أن هناك همومًا صحية دعت البعض منهم إلى الدعوة لضرورة وجود ضوابط فى هذه البلاد، ذلك أنه يُخشى مثلاً من احتمال انتقال الإيدز مع منىّ الواهب، ويذكرون أيضًا أن هذه القضايا تولِّد ما شئت من صور الخلاف السياسى - ليس فقط حول القضايا الاجتماعية عما يباح وما لا يباح - وإنما أيضًا حول القضايا السياسية والاقتصادية عمن ينتفع بالخيارات التكنولوچية الجديدة، والقضايا الحكومية عمن له الحق فى اتخاذ القرار.

وإليك عزيزنا القارئ - ذلك المثال - الذى يؤكد ويعبر عن تذبذب ردود أفعال الغرب تجاه طريقة الاستفادة من تلك التقنية وغيرها من التقنيات..

مخاوف جديدة بعد الإعلان عن ولادة أطفال معدلة وراثيًا:

فى ٦ مايو من عام ٢٠٠١م نشرت وسائل الإعلام عن ولادة «٣٠ طفلاً» معدلاً وراثيًا فى الولايات المتحدة من سيدات غير قادرات على الحمل، تم علاجهن بدواء جديد للخصوبة. وقال الباحثون الأمريكيون أنهم قاموا بتعديل البويضات بمادة مأخوذة من بويضات سيدات متبرعات، وتعرض هذا الإجراء للنقد ووُصف بأنه غير أخلاقى ومُحرم قانونًا فى معظم الدول، وقالت الإذاعة البريطانية فى تعليق لها: إن هذا الأسلوب يثير مخاوف جديدة حول الطفل المولود بتصميم خاص عن طريق تعديل الچينات.

رأى د. «محمد المرسى زهرة» أحد المتخصصين فى الدول العربية:

سبق وذكرنا رأى كثير من مفكرينا وباحثينا ورجال الدين .. فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوچيا) ونضيف عليهم رأى د. «محمد المرسى زهرة» [أستاذ القانون المدنى المساعد] بكلية الحقوق جامعة عين شمس، وذلك من كتابه [الإنجاب الصناعى: أحكامه القانونية، وحدوده الشرعية دراسة مقارنة] والذى يعلق فيه على تأجير الأرحام بما يلى:

« ... فالمرأة الحاملة للنطفة المستأجرة Porteuse تضع فى الحمل لحساب الغير طاقتها التناسلية تحت تصرف امرأة أخرى، فهو إذن استثمار واستغلال لجسم الإنسان، وقد انتهينا ببطلان مثل هذا التصرف لعدم مشروعية المحل من ناحية، وعدم مشروعية السبب من ناحية أخرى، فجسم الإنسان لا يجب أن يكون محلاً للاستثمار والاستغلال للحصول على منفعة غير مشروعة».

.. « فرحم المرأة ليس كقدر الطبخ ننقل ما فيه من قدر إلى قدر، كما أنه ليس مصنعًا ولا محضنًا لتفريخ الأولاد؟ إذ أن الفرج «حرمة» يجب ـ من ثم ـ عدم تدنيسه والحفاظ عليه».

ومع المزيد من التطبيقات والتى يضم بعضها ما هو مقبول ومفيد فى عالم البشر وعالم الحيوان .. هناك أيضًا الطريف والغريب والمرفوض تمامًا .. فمعنا نستكمل الجولة.

الجولة الرابعة:

بعض التطبيقات والدراسات والأبحاث الحديثة
المتعلقة بتقنية الإخصاب خارج الرحم

ونبدأ الجولة بهذه الإحصائيات

أولاً: إحصائيات.

بعد ولادة «لويزا براون» أول طفلة أنابيب فى شهر يوليو من عام ١٩٧٨م انتشرت تقنية IVF بسرعة وتمت ولادة مائتى طفل أنابيب بمن فيهم شقيقة «لويزا براون» وهى الطفلة «ناتالى» فى خلال السنوات الخمس التالية لها .. وتجدر الإشارة إلى أن «ناتالى» هى الآن أم حملت حملاً طبيعيًا فى (١١/١٢/٢٠٠٣م) وتعتبر أول طفل أنابيب يُرزق طفلاً.

وحتى عام ٢٠٠٣م كانت الإحصائيات تفيد بأن العالم شهد ولادة مليون طفل بواسطة الأنابيب ـ منذ ولادة «لويزا براون» من بينهم ٦٨ ألف طفل فى بريطانيا، و ١٠٠ ألف فى فرنسا.

ثانيًا: دراستان فى عام ٢٠٠٢ تؤكدان أن البعض يُعانون من عيوب خلقية؟!!

فى شهر مارس عام ٢٠٠٢ نشرت مجلة «نيو إنجلاند چورنال أوف ميديسين» دراستين أدخلتا فى اعتبارهما زيادة معدل الولادات المتعددة بين أطفال التقنية IVF فوجدتا ـ على الرغم من هذا ـ أن المشكلات ما زالت موجودة، فلقد قارنت إحدى الدراستين بين وزن المواليد لأكثر من (٤٢٠٠٠ طفل) أمريكى حملت بهم أمهاتهم بتقانة توالدية مساعدة ـ بما فى ذلك التقنية IVF ـ فى خلال عامى ٩٦م و١٩٩٧م، وقارنته بوزن مواليد أكثر من ثلاثة ملايين طفل تم الحمل بهم بصورة طبيعية، ومع استبعاد الأطفال الخدج Premature والولادات المتعددة، ظل أطفال الأنابيب مرتين ونصف المرة أكثر عرضة لانخفاض الوزن، الذى حُدد بأقل من (٢٥٠٠ جرام)، أو ما يقرب من خمسة أرطال ونصف الرطل، أما الدراسة الأخرى فلقد

وضعت أكثر من ٥٠٠٠ طفل ولدوا فى استراليا تحت الفحص ما بين عامى ١٩٩٣ ، ١٩٩٧م وجد نسبة ٢٢ ٪ منهم بالتقنية IVF ، ووجدت هذه الدراسة أن أطفال هذه التقنيـة كانوا عُرضة للإصابـة بعيوب ولادة رئيسيـة بنسبة تبلغ ضعـف عدد الأطفال الذين تم الحمـل بهم بصورة طبيـعيـة. وتمثلت العيـوب بصورة خاصـة فى أنواع من الشذوذات الكروموزومية والعـضلية والهيكلية {٦ ,٨ ٪ من الـ ٨٣٧ طفل يعـانون عيـوبًا خلقية بعد عـملية الولادة، و ٩ ٪ من الذين يولدون عن طريق تجـميـد الأجنة وزرعها فى رحم الأم يعانون من تشوهات فى العمود الفقرى والعضلات}.

ويُخمن البـاحثون الأستـراليون أن هذه المشكلات قد تكون نتيـجة للعقاقـير التى استعـملت لتحريض الإباضة أو لتثبيت الحمل فى مراحلـه الأولى، إضافة إلى ذلك فقد تزيد العـوامل ذات الصلة من مخاطر العيوب الولادية. وقـد تكون التقنية IVF نفسـها مسئـولة أيضًا، فالنطفـة المعيبة التى تحـقن داخل البويضة ـ قـد لا تكون قادرة بمفردها (أى بدون الحقن)ـ على اختراق البويضة، فعمليـة الحقن منحت تلك النطفة فرصة لم تكن تمتلكها لتكوين طفل ذى شذوذ نمائى.

ثالثًا: الرجل الذى أنجب:

سبق وتحدثنا فى كـتابنا (جولات فى عالم البيـوتكنولوچيا) عن ذلك الرجل «لى مينجوى» والذى وافق على أن يحمل ... ترى ما هى آخر أخباره؟

الخبر الأول من الإنترنت:

يذكر الخـبر أن السـيد «لى» وضع أول مـولود يخرج إلى الدنيـا من بطن رجل ، وذلك عبر عملية قيصرية جرت له فى لندن بواسطة الدكتور «ماربين» وأكد أن حالة «لى» مسـتقرة تمامًا، والجنين وضـعه طبيعـى، وضغط الدم طبيعى للغـاية. ويُذكر أن «لى» قد حـمل بعد تناول هرمـونات أنثوية بجرعـات عالية مـحسـوبة، يتم إعدادها بطريقـة علمـية لمراحل الحـمل، وفى المرحلة التـاليـة قام الأطبـاء بعـمليـة تخصـيب مختبـرى، ثم زُرع التكوين الجنينى والمشيمة فى التجـويف الداخلى للبطانة الداخلية للبطن.

الخبر الثـانى: هو من إحدى المجلات المهتـمة بأخبار الصحـة والجمال، وذلك فى

العدد الصادر فى إبريل عام ٢٠٠٣م جاء بها ما يلى:

... أجريت لأول رجل حامل عملية ولادة بعد اكتمال الحمل، فى مستشفى الولادة بولاية مانهاتن الأمريكية، وكانت عملية قيصرية، وذكرت الأنباء أنه وضع توأمًا.

وللعلم فإن هذا الرجل وافق على إجراء تجربة الحمل بعد أن عرض عليه الطبيب الإنجليزى «چوليانو سوركانس» مبلغ (٥٠ مليون دولار أمريكى) مقابل الموافقة على الحمل، وظل «منجواى» حاملاً حتى وضع التوأم، وكان أثناء فترة الحمل يتوحم على الجوافة وعصير التوت.

تعليق:

سبق وعرضت جريدة المصور صورة أشعة للجنين (وهو مازال فى التجويف البطنى للرجل منجواى) وكانت هذه الأشعة لجنين واحد وليس اثنين ... كما ذكرت المجلة، وهناك تعارض بين الخبرين عن مكان الولادة.

رابعًا : حكاية الطفل الكلب:

ومن صحيفة (صنداى سبورت) البريطانية كان هناك خبر مثير عن سيدة ولدت طفلاً بشكل الكلب، حيث أن له شعرًا ومخالب طويلة، ووزنه ٨ أرطال، وهذه السيدة تسمى «زورايدا بيريزا» ٢٥ سنة، من إحدى قرى فنزويلا، رغبت فى إنجاب طفل وذهبت لإحدى العيادات الخاصة وبها أطباء (من أصحاب النفوس الضعيفة والضمائر الجامحة، أُطلق عليهم لقب النازيون الجدد)، حصلوا على بويضات منها وواضح أنهم تلاعبوا فى المحتوى الوراثى لهذه البويضات، ثم أعادوا إحدى هذه البويضات [المتلاعب فيها] وهى [مخصبة] إلى رحم الأم، لتنمو وتستكمل فترة الحمل، كانت النتيجة هى ميلاد طفل فى صورة كلب، مما أصاب الأم بالانهيار .. أما المولود فقد مات ..

اختيار جنس المولود

أولاً: تمهيد:

فى الهند يتحمل والد العروس جميع نفقات الزواج، بينما لا يتحمل العريس أى نفقات، ولقد أدى ذلك إلى حب إنجاب الذكور عن الإناث .. حتى أن هناك كثيرات يجهضن أنفسهن عندما يتبين لهن أن الجنين أنثى.

أيضًا نُشـر عن الزوجين الأمريكيين اللذين لهما بنتان ويرغبان فى إنجاب طفل ذكر لإعادة التوازن فى العائلة على حد قولهما.

ونذكر أيضًا ونحن بهذا الصدد أن هناك من ينظر لمسألة اختيار جنس المولود بمنظور إيجابى .. فعلى سبيل المثال فإن مرضًا كالهيموفيليا **Hemophilia** [النزف الدموى]، ومرض ضمور العضلات **Duchenne's Muscular Dystrophy**، والأخير يطلق عليه اسم الخثل العضلى ... يصيبان الذكور فقط، ومن شاهد أخاه أو ابنه يدخل فى صراع مع المرض والألم والموت المبكر فسيكون الحمل المجهول له نوعًا من الرعب والمعاناة والقلق، وهكذا فإن اختيار جنس المولود مسبقًا سيمثل له أنسب الحلول بدلاً من قرار عدم الإنجاب مطلقًا توقيًا للتعرض للمرض .. أو محاولة تجربة حمل يعيش كل لحظة منه فى قلق حتى الإنجاب .. وقد يجد بعد الإنجاب طفلاً مصابًا .. يعانى معه أشد معاناة.

ثانيًا: إلقاء الضوء على بعض الطرق المستخدمة فى مراكز الإخصاب لاختيار جنس المولود.

من بين هذه المراكز مركز خدمة التناسل المتقدم فى مدينة بيركلى بولاية كاليفورنيا، حيث يتم اختيار جنس المولود باستخدام طريقتين جديدتين لمعالجة الحيوانات المنوية فى المعمل، وبإجراء عملية «التلقيح الاصطناعى **Artifical Insemination**» يتم المطلوب [ويذكر أنها قد نجحت مع تلك الأسرة الأمريكية وأضافوا طفلاً ذكرًا للعائلة].

طريقة ايريكسون لاختيار الذكور:

ويقول «رونالد ايريكسون» أخصائى فسيولوجيا التناسل الذى ابتكر واحدة من

هذه الطرق وسجلها باسمه «لن أبالغ فى الأمر .. كما أسأل الأطباء ألا يبالغوا فى ذلك .. ولكن الطريقة الجديدة تتيح لك فرصة بين ٧٠ ـ ٨٠٪ للحصول على ولد».

وتعتمد طريقة «ايريكسون» على الحيوان المنوى الذكرى بدلاً من التلاعب بالتوازن الكيميائى للرحم، أو الدورة الشهرية للمرأة، أو الغذاء، فهذه الطرق الثلاث رغم أنها صحت مع كثيرات إلا أنه لم يثبت صحتها عمليًا، وبشكل قاطع بالإضافة إلى صعوبة التحقق من نتائجها، ولا مجال هنا للتجربة والخطأ .. فالجنين عندما يُولد مخالفًا لرغبة الزوجين ستكون جريمة بكافة المقاييس أى محاولة للتخلص منه.

وتتلخص طريقة «ايريكسون» فى أنه إذا أضيفت صبغة الكيناكرين «Quinacrine» الفلورسنتية على السائل المنوى فإنها تتحد مع قسم من «كروموسوم Y» بحيث يمكن رؤيتها بعد ذلك باستعمال مجهر خاص كنقطة لامعة ذات لون أخضر مائل للصفرة، بينما لا تتحد الصبغة مع «الكروموسوم X» وبالتالى لا تظهر أى علامات على الحيوانات المنوية التى تحمل «الكروموسوم X»، وقام ايريكسون باستخدام هذا الكشف على المحاليل التى تحتوى على الحيوانات المنوية والتى تم ترشيحها بعد فصلها، فوجد أن نسبة الحيوانات المنوية الذكرية إلى الأنثوية تختلف عن النسبة المعتادة فى البشر وهى (٥١,٥ ٪ ذكرية و ٤٨,٥ ٪ أنثوية).

ـ نظرة أعمق على طريقة «إيريكسون» لفصل نوعى الحيوانات المنوية:

تتم تعبئة عمود زجاجى (وهو أنبوب زجاجى طويل مفرغ) بعدة طبقات من بروتين الألبيومين Albumin، والذى يوجد فى زلال البيض، ودماء البشر، وحيوانات عديدة. ويراعى عند وضع هذه الطبقات أن تكون كل طبقة أكثف من التى فوقها.

بعد ذلك يتم وضع بركة صغيرة من السائل المنوى الموضوع فى «سائل ملحى Saline Solution» على قمة العمود بعناية فائقة، وبتأثير الجاذبية ونزعتها الغريزية للتحرك بعيداً عن الازدحام تسبح الحيوانات المنوية القوية باستخدام ذيلها باتجاه قاع العمود حيث تخرج منه، ويتم استقبالها فى أنابيب اختبار موضوعة تحت العمود،

وبعد حوالى ساعةمن بدء العملية تؤخذ الحيوانات المنوية التى وصلت إلى الطبقة السفلى من العمود فى عمود ثالث، وقد اكتشف «ايريكسون» أن حوالى ١٠ ٪ من الحيوانات المنوية هى التى استطاعت اجتياز هذه الحواجز جميعًا، وإنهاء هذه المرحلة، ولكنها كانت جميعًا تتمتع بنفس القوة والحيوية التى بدأت بها.

وباستخدام كشاف {الكيناكرين} اكتشف أن نسبة الحيوانات المنوية التى تحمل كروموسوم Y الذكرى تبلغ «٨٠ ٪» لذلك قام الباحث بنشر بحثه واستنتاجاته تلك فى مجلة «الطبيعة **Nature**» عام ١٩٧٣م، واستطاع فيما بعد فريق علمى من جامعة {فاندربلت} الأمريكية الحصول على نفس نتائج «ايريكسون» وبعد ذلك أكدت أبحاث كثيرة أن فصل المنويات الذكرية ذات الكروموسوم {Y} عن المنويات الأنثوية الحاملة للكروموسوم {X} تتحقق بنجاح كبير باستخدام الألبيومين.

وبعد إتمام الفصل بين نوعى الحيوانات المنوية يتم إخصاب هذه الحيوانات المنوية الذكرية للبويضة (خارج الرحم ، تلقيح اصطناعى).

وطريقة الفصل هذه تشبه إلى حد كبير طريقة «كروماتوجرافيا العمود **Column Chramatography**» التى تستعمل لفصل مزيج من المواد الكيمياوية ولكنها تختلف فى المفهوم والميكانيكية.

طريقة اختيار الإناث:

هى طريقة أُدخل عليها تحويرات عديدة ... وترتكز على نفس أسلوب الطريقة السابقة فى الاختيار .. وذلك بترشيح السائل المنوى فى عمود زجاجى مملوء بمحلول ملحى، وسائل هلامى **Gel** له قوام نشوى، ويتكون الهلام من جزيئات سكرية خرزية الشكل تنتفخ عند تبليلها إلى عشرين مرة قدر حجمها الجاف، ويقوم الهلام بفصل الجسيمات عن بعضها البعض حسب الحجم والشحنة الكهربائية التى تحملها، وحسب خواصها الجزيئية الأخرى ـ{ ولهذا فإنه يستخدم عادةمع تقنية الأنسولين}ـ وفى هذه العملية تنجذب الجسيمات إلى أسفل خلال العمود الزجاجى، فتنحبس الجسيمات الصغيرة فى ثقوب الخرز، بينما تنزلق الجسيمات الأكبر والأثقل هابطة إلى أسفل حتى تصل إلى قاع العمود، ولكن لا الحيوان المنوى من النوع {X} ولا من

نـــوع {Y} من الصغر بما فـيه الكفاية لكى ينحشر أحدهمـا بين ثقوب الخرز المكون للهلام، وهكذا فإنه كان يجب أن يهبطا.

نلاحظ أن الحيوان المنوى الأنثـوى الحامل للكروموسوم {X} هو الذى يحـدث له ذلك بحيـث يتم فـصله ، بينمـا يكون الحـيـوان المنوى الذكـرى معـلقًا فى العـمـود الهلامى، ويفسـر بعض العلماء السبب فى ذلك ـ(حيث تبـلغ الزيادة ٣ أضعاف فى الحيوانات المنوية الحاملة للكروموسومX)ـ فيرجعونه إلى أن الغشاء الخارجى للخلية المنوية الذكرية بها محتـويات كيميائية غير موجـودة فى غشاء الخلية المنوية الأنثوية ـ تتسبب فى التصـاق الحيوان المنوى وارتباطه بالمادة الهلاميـة، أو بمعنى أدق ادمصاصه **Adsorption**، وقد تم تطبيق هذه الطريقة بالفعل وتلقيح (١١٢ امرأة) اصطناعيًا بها من منويات أخذت من أزواجهن، كانت نسبة المواليد من البنات عالية.. إذ أنجبت تسع منهن بنات، واثنتـان أنجبـتا ولدين، وأجـهضت امـرأة واحدة ولم يعـرف جنس الجنين.

وقد لا يكون تفسـير النجاح بالطريقة السـابقة هو العامل الأساسى فـقد أظهرت دراسات حديثة أن أدوية الخصوبة **Fertility Drugs** التى تُعطى للنساء قبل إجراء عمليـة التلقيح الصناعى، تؤثر فى جنس الجنين، إذ أن الـنساء اللواتى تعاطين عـقار {سـتـرات الكلومـيـفـين **Clomiphene Citrate**} أو هرمــون جـــونادوتـروبين {**Gonadotropin**} وكلاهما منشط لعملية {الإباضة **Ovulation**} جاءت أغلبية ذريتهن مـن البنات، وأن كثيـرات ممن أنجبن بنات بطريقـة «الهلام» سبق أن تـعاطين تلك الأدوية ولاحظ هذه الانتـقـادات ... سارع مُطوِّرو هذه الطـريقة إلى الاتصـال بشركات الأدوية المنتجة للعقارين للحـصول على مزيد من المعلومـات بهذا الشأن، وطبقًـا لسجـلات الشركـات فقد تعـاطت «٢٣٦٩» امرأة دواء الكلومـيفـين فأنجبن «٨٤٨ بنتًـا»، و «٩٠٨ ولدًا»، أمـا البـاقى وهو «٨٨٣ امـرأة» فلم تتـوافـر عنهن أى معـلومات ونسـبة إنجـاب الأولاد إلى إنجاب البنات فى هذه العـينة هى (٠٧ , ١ إلى ١ , ٠) مما يدل على أن الدواء لا يُرجح كفة الدواء.

والخوف عزيزى القارئ هو من أن يصبح بالإمكان (على وجه اليقين) بمقدور كل زوجين الحصول على ما يريدان: مولود ذكر أو مولود أنثى .. فلو أصبح اختيار جنس الجنين متاحًا وخاضعًا لرغبة البشر فإن التفضيل غالبًا سيكون للأولاد الذكور .. وهذا من شأنه أن يخل بتوازن المجتمع .. ويضع النساء فى مرتبة متدنية .. ولقد تأكد هذا من خلال الاستبيانات العديدة التى أجراها علماء الاجتماع فى دول متقدمة خلال فترات زمنية سابقة.

التلقيح الصناعى بالمجان

فى أغسطس عام ٢٠٠٣م تناقلت وسائل الإعلام هذا الخبر نقلاً عن صحيفة «ديلى ميل» البريطانية .. جاء فيه أنه فى محاولة للتغلب على الانخفاض الملحوظ فى معدلات المواليد، أقرت الحكومة البريطانية قانونًا جديدًا يوفر الفرصة للسيدات اللاتى لا ينجبن وتقل أعمارهن عن (٤٠ عامًا)، لإجراء ست عمليات تلقيح صناعى مجهرى بالمجان، من خلال نظام التأمين الصحى. ويشترط القانون الجديد منح هذه الفرصة بعد مرور عام على الأقل من عدم حدوث إنجاب، وأن يكون الزوجان قد أجريا بالفعل الفحوص التى تحدد سبب عدم الإنجاب، وأوضحت الصحيفة أنه فى حالة إجراء السيدة العمليات الست كاملة فإن ذلك سيستغرق سنتين، وتكلفة كل حالة ١٥ ألف جنيه استرلينى.

فى مصر... ولادة أول عجل جاموسى بتطبيق تقنية نقل الأجنة

سبق وذكرنا فى بداية الجولة أنه يرجع الفضل فى ظهور طور الإخصاب خارج الرحم للمحاولات الناجحة من قبل مربى الماشية للاستفادةمن تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها، وتجميدها فى بنوك الأمشاج لوقت مناسب، ثم إعادة إخراجها من البنوك لإتمام تلقيح إناث الحيوانات والحصول على أجيال من الماشية ذات صفات مرغوبة .. من خلال هذه المحاولات التى أخذت تتطور تطورًا سريعًا وتزداد عمقًا وتشعبًا انطلقت تقنية الإخصاب خارج الرحم ليستفاد منها على البشر ـ(كما سبق وألقينا الضوء من خلال الأمثلة السابقة)ـ أيضًا استمرت جهود مربى الماشية والمختصين والذين كان لهم السبق؛ فى طريقهم لحسن الاستفادة من

هذه التقنية للحصول على أفضل السلالات الحيوانية المرغوبة .. وكمثال لتلك الجهود المستمرة نذكر من مصر ذلك التطبيق الذى ننهى به جولتنا والتى كما بدأنا بداياتها بعالم الحيوان ننهيها بذلك التطبيق فى عالم الحيوان...

حيث أجريت تجربة ناجحة لزيادة إنتاجية الجاموس المصرى باستخدام التكنولوچيا الحيوية حيث ولد أول عجل جاموسى بتطبيق تقنية نقل الأجنة يوم ١٣ يناير ٢٠٠٥ بحالة صحية جيدة، ووصل وزنه عند الولادة إلى ٥٠ كجم، هذا المشروع البحثى قامت به الدكتورة «أسيمة قنديل» وفريقها البحثى بقسم الإنتاج الحيوانى بالمركز القومى للبحوث بالتعاون مع فريق بحثى برئاسة الدكتورة «كاشيفا دمتريانا» بمعهد بيولوچيا ومناعة التكاثر ببلغاريا، وباحثين بمعهد التناسليات وذلك فى إطار مشروع بحثى ممول من أكاديمية البحث العلمى .. وتقول الدكتورة أسيمة قنديل الأستاذ بشعبة البحوث البيطرية «تعتبر تكنولوچيا نقل الأجنة من الوسائل المثلى والسريعة لتحسين الصفات الإنتاجية والوراثية فى الحيوان، حيث يتم انتقاء إحدى السلالات التى تتمتع بصحة وإنتاج وفير من الألبان واختيارها كأم معطية للبويضات، كما تم اختيار أحد العجول ليتم التلقيح، وبعد عدة أيام تم فحص الأجنة المجمعة تحت الميكروسكوب ونقل الجيد منها للأمهات المستقبلة التى غالبًا ما تكون قليلة الإنتاجية من حيث الألبان واللحوم، وبالتالى فإن مواليدها يكونون مثلها، إلا أنه عبر تقنية نقل الأجنة يتم الاستفادةمنها كحاضنات للأجنة لتلد سلالات عالية الإنتاجية، ومختلفة تمامًا عنها ولا تحمل منها أى صفة وراثية، هذه التقنية تسهم فى الاستفادة من المواشى الجيدة حتى بعد ذبحها، وذلك من خلال حفظ الأجنة والاستفادة منها لاحقًا، هذا إلى جانب الاستفادة من المواشى قليلة الإنتاجية.

وكما تشير الدراسات فإن الجاموس المصرى يتميز عن غيره بمقاومته العالية للأمراض، وتعايشه مع الأجواء المصرية كما أن إنتاجيته عالية جدًا سواء فى اللحوم أو الألبان، وتشير الأبحاث العلمية إلى أنه بهذه التقنية يمكن زيادة عدد المواليد من الأم المعطية ما بين (١٠ ـ ٢٠) جاموسة سنويًا بدلاً من ولادة عجل واحد كل سنة حيث تصل مدة الحمل فى الجاموس إلى ١٠ شهور.

وتؤكد الدكتورة أميمة أنه من الضروري في المرحلة القادمة التركيز على تطبيق التكنولوچيات الحديثة في مجال تربية وإنتاج المواشي إذا كان هدفنا سد العجز في إنتاج اللحوم والألبان، فإلى جانب الفوائد البحثية من إدخال هذه التكنولوچيات فإنها ستسهم في تحسين الخواص الوراثية، وزيادة عدد المواشي، كما أنه من الممكن عبر هذه التقنية استيراد الأجنة التي لها صفات إنتاجية ووراثية عالية ونقلها للسلالة المحلية، بدلاً من استيراد الحيوان الحي والذي يكلف كثيراً ولا يتوائم بسهولة مع طبيعة الأجواء بمصر.

الفصل الثانى

جولات مع نقل وزراعة الأعضاء

التمهيد للفصل

يشمل الفصل ٥ جولات:

الجولة الأولى:

تنتقل فيها بين بدايات هذا الطور حيث استفاد الباحثون كثيراً من تجاربهم على الحيوان ومن خلالها بدأت التجارب على البشر والتى أخذت فى التحسن حتى أصبحنا نسمع عن تلك النسب العالية للنجاح فى عمليات نقل وزراعة الأعضاء.

الجولة الثانية:

وتشمل تطبيقات متنوعة لعمليات مختلفة لنقل وزراعة الأعضاء مع الإشارة إلى إحصائيات عديدة ومنها عن ارتفاع عدد المرضى المحتاجين لهذه العمليات فى البلدان المختلفة وموقف الدول منها.

الجولة الثالثة:

ونعرض فيها مجموعة من الآراء المؤيدة لنقل وزراعة الأعضاء.

الجولة الرابعة:

نلقى فى هذه الجولة الضوء على بعض الآراء المعارضة وهى أسبابها المنطقية للرفض. ونستشف منه ذلك الصراع الدائر فى مصر.

الجولة الخامسة:

نلقى من خلالها الضوء على بدائل أخرى للحصول على أعضاء وأنسجة بديلة بعيداً عن أخذ أعضاء وأنسجة من البشر سواء أصحاء أو موتى لتجنب المشاكل العديدة المتعلقة بهذه القضية.

ومع الجولة بهذا الفصل نبدأ اللقاء.. فمعنا

الجولة الأولى: جولة مع البدايات

١ـ هناك بدايات عديدة .. لكننا اخترنا أن نبدأ جولتنا بعام ١٩٠٥م حيث ألَّف الطبيب المشهور (فى ذلك الوقت) (إليكس كارليل) كتابًا يسمى «الإنسان ذلك المجهول) ... وهو حقًا مجهول فكل يوم نكتشف فيه الكثير مما أبدعه الخالق .. فسبحان الله.

وماهى أهم عملية تتم فى هذا العام؟.. هى عملية زراعة قلب ... والمريض هنا كان كلبًا!! وتم إجراؤها فى مستشفى «جون هوبكنز» ويبدو أنه لم تختر فئران لإجراء العملية بسبب أن.. قلوبها صغيرة.

٢ـ يؤرخ فى عام ١٩٥٤م بأنه تمت أول عملية ناجحة لزرع الأعضاء فى البشر حيث قام بها (چوزيف موراى) وزملاؤه فى بوسطن، وقاموا بنقل كلية إلى مريض مأخوذة من توأمه المطابق identical twin حيث لا يستطيع الجهاز المناعى للمريض أن يميز فى العضو المزروع ما هو غريب عنها.

٣ـ وفى عام ١٩٦١م تمت عملية ناجحة على يد د.(شاموى) والمريض هنا.. كان كلبًا!!

٤ـ وتوالت عمليات نقل أعضاء بشرية كالقلب والرئة والكبد والبنكرياس مأخوذة من واهبين donors من غير أقارب المرضى، وذلك بعد معاملة المرضى بعقاقير تكبت الاستجابة لأجسامهم فلا ترفض العضو المزروع.. ومثال لها.

٥ـ قام د. توماس ستارزل فى عام ١٩٦٣ بزراعة أول كبد لإنسان ولكن الوجوم اعترى هذا العالم فقد فشلت العملية وتوفى المريض أثناء إجرائها والسبب هو رفض مناعة الجسم للكبد المزروع الغريب عنه ومهاجمته له مما أدى للوفاة.

وفى عام ١٩٦٧م ينجح الطبيب فى زرع كبد لطفلة صغيرة والحمد لله نجحت لكن.. توفيت بعد عام والسبب هو أيضًا رفض الجسم فى كل العمليات.

٦ـ فى عام ١٩٦٧م تمكن الطبيب الجراح العالمى «د. كريستيان برنارد» من إجراء عملية زرع قلب بشرى لمريض بالقلب.. والمكان الذى تمت به العملية هو

«كيب تاون بجنوب إفريقيا» مع أن المريض لم يعش سوى ١٨ يومًا فقط بعد إجراء العملية إلا أن ذلك بشر بالخير.

وسادت فترة من التوقف النسبى لزراعة الأعضاء حتى تم اكتشاف مُركب جديد سمح بنجاح تجارب نقل الأعضاء فى عام ١٩٨١ وظهر مركب «السيكلوسبورين» وهو المركب الذى أحدث انقلابًا فى عمليات زراعة الأعضاء وبعد استخدامه تزايدت فرص نجاح العمليات ونجاة المرضى من الموت واستمرار حياتهم بشكل طبيعى ولكن يجب توافر عدة شروط هامة خاصة بعمر المعطى للعضو ٤٥ سنة، وإصابته بموت دماغى بطريقة معينة يتوافر بها شرط الوفاة وعدم تأثر الأعضاء، وغيرها من الشروط وللعلم فزراعة ونقل القلب تتكلف ٦٥ ألف جنيه مصرى ويجب أن يكون العضو المنقول سليمًا وكامل النمو.

وللعلم فإن عمليات نقل وزراعة الأعضاء أخذت فى التقدم حتى أصبح بالإمكان نقل وزراعة أكثر من عضوين للشخص المحتاج بل لأكثر من ذلك فها هو شخص مريض تتم نقل وزراعة ٦ أعضاء آدمية له وهناك سيدة لبنانية تناقلت وسائل الإعلام الحديث عن وصيتها وهى تبرعها بـ ٦ أعضاء من جسدها بعد وفاتها لمن يحتاجهم.

ثانيًا: إلقاء الضوء على بعض التطبيقات المتنوعة لعمليات نقل وزراعة الأعضاء:-

لن نستطيع مهما ذكرنا أن نوفى مئات الآلاف من تلك العمليات قدرها وما يبذله فيها الأطباء والباحثون من جهد.. لكننا سنحاول فى هذه الجولة عرض بعض التطبيقات المعبرة عما تم من إنجازات فى هذا الطور، ولكن سنبدأ قبل ذلك ببعض الإحصائيات والبيانات المتعلقة بعمليات نقل وزراعة الأعضاء مع الأخذ فى الاعتبار بأنها دائمة التغير يومًا بعد يوم. لكن عرضها يعطى فكرة لدى القارئ بمدى ما يبذل من جهد مع المرضى ورغم ذلك فهم يتزايدون وللأسف فإن كثيرين يموتون متأثرين بعدم نقل عضو لهم بدل التالف.

التطبيق الأول:

إحصائيات وبيانات متعلقة بنقل وزراعة الأعضاء للمرضى:

- ومن هذه الإحصائيات: إحصائيات عن الدول التى تسمح وتقر بعمليات نقل وزراعة الأعضاء ونذكر منها:

- إن هناك ١٢٣ دولة تقر عمليات نقل وزراعة الأعضاء ومنها السعودية حيث تم بها (فى إحصائية منذ فترة) عمليات نقل كبد تصل إلى ٢٠٠ عملية و١٠٠ عملية نقل قلب.

- وآخر دولة انضمت للدول التى يجرى بها نقل وزراعة الأعضاء، هى دولة اليابان.

- وتشمل عمليات نقل الأعضاء ما يلى:

١- نقل وزراعة القلب.

٢- نقل وزراعة الرئتين.

٣ - نقل وزراعة الكلى.

٤- نقل وزراعة الكبد.

٥- زراعة نخاع العظام.

٦- قرنية العين.

٧- وهناك أنسجة أخرى وأعضاء أخرى مثل الذراع - الشرايين ... إلخ.

- وفى أستراليا نجد التبرع بأعضاء الجثث إجباريًا ما لم يُوص المتوفى بعكس ذلك قبل الوفاة.

- وبالنسبة للرئتين:

يُذكر أن نجاح هذه العمليات كان منذ عام ١٩٨٣م وهى حل بديل لحالات الفشل الرئوى Pulmonary Failure.

- والكلى:

رغم توافر عمليات (الغسيل الكلوى) من حلول جليلة لمرضى الفشل الكلوى إلا أن العديد من المرضى يعانون كثيراً من الإرهاق والضعف من تكرار عمليات

الغسـيل الكلوى Heamodialysis بالإضافة لاعـتبارها حـلاً مؤقـتًا لحين نقل وزرع كلى لهم.. وفى مصر قائمة انتظار طويلة تضم مـرضى يحتاجون نقل وزراعة الكلى نتـيجـة الإصابة بالبلـهارسـيا وتلوث المياه والغـذاء بالمبيـدات الحشـرية والأسمـدة الكيميائية والتلوث البيئى... إلخ

ـ لكن رغم وجود عمليات نقل وزراعة الكلى إلا أننا نجـد تباينًا حول معدلات البقاء على قيد الحياة لمدة ٣ سنوات بعد الزرع لعوامل عديدة.

ـ وفى عام ١٩٩٧م كـانت قائمة الانتظار فى الـولايات المتحدة الأمـريكية تضم «٥٦» ألف شخص ينتظرون أعـضاء للزرع فى أجـسادهم، وأعلنت الشبكة المتـحدة للتبرع بالأعضاء {UNOS} أنه قد توفى منهم ٤ آلاف.

ـ ويلزم القانون الأمريكى عـدم التبرع الإجبارى بأعضـاء الشخص المتوفَّى دون موافـقتـه أو موافقـة أسرته ؛ حـيث يعتـبر الجسم ملكيـة خاصـة وليس مِلكًا للدولة. تسمح قـوانين بعض الدول للمسـتشفى أو للطبيب بأخـذ الأعضاء مِن جـسد مَن لم يكتب وصـية أو إقرارًا بعكـس ذلك، وهناك دول أخرى ينص القـانون فيهـا على أن أعضاء جسد أى شخص تصبح فى لحظة وفاته «ملكية خاصة للدولة».

ـ أيضًا يتم فى الولايات المتحـدة الأمريكية طبع المعلومات عن الأعضـاء المتاحة فورًا على الكمبيوتر بالمستـشفى وتُبث إلى بنك المعلومات المركزى الخاص «بالشبكة المتحدة لتقاسم الأعضاء» فى ريتشموند بفيرچينيا. ويرتبط هذا البنك بدوره مع ٨٠٠ مركز حول الدولة مـختصة بنقل الأعضاء، وبهذه المراكـز مرضى ينتظرون جراحات النقل. ويجرى الـكثير من الاخـتبارات والتـحليلات الدقـيقة والتى منهـا تحليل الدنا لتـحديد التـوافق بين الواهب والمتلقى. وعندها يتـم شحن بعض الأعـضاء فـورًا فى مبردات وتُرسل فى سرعة بالغة بسيارة الإسعاف إلـى المطار لتستقبلها سيارة إسعاف أخرى تنقلها إلى المسـتشفى والتى يتواجـد بها فريق أطباء تم إعداده واخـتياره بعناية خاصـة يعمل على تجـهيـز المريض للعمليـة. وهناك أعضـاء أخرى يتم إرسـالها إلى مؤسسات خاصة حيث تحفظ لحين توزيعها على المستشفيات.

الجولة الثانية: تطبيقات متنوعة لعمليات نقل وزراعة الأعضاء

تمهيد للجولة: أمراض العصر تزيد عدد المرضى

مع إيجابيات العصر الحديث الذى نعيشه فإن من سلبياته.. التلوث البيئى وأدخنة المصانع وعوادم السيارات، والهموم الاقتصادية التى تسببت فى ارتفاع معدلات القلق والتوتر واللذان أديا إلى زيادة الاكتئاب والإصابة بأمراض الجهاز العصبى المختلفة والإصابة بأمراض الضغط والسكر وخلل هرمونات الجسم ... وازدياد أمراض القلب وحدوث الجلطات القلبية... وأثبتت العديد من الدراسات الجادة أن تناول الأطعمة الملوثة بالمبيدات الحشرية والمُسمَّدة بأسمدة كيميائية؛ لها تأثيرات ضارة على أجهزة الجسم وبخاصة الكلية والكبد .. فما بالك عزيزنا بالأغذية المهندسة وراثيًا والتى يُضيفها الكثير من الباحثين على قائمة الأطعمة الخطيرة بل ويُطلقون عليها (أغذية فرانكشتين).. وهناك التلوث الكهرومغناطيسى نتيجة تلك الموجات الكهرومغناطيسية الكثيفة التى تنبعث من الأجهزة الكهربائية وأبراج الضغط العالى والتليفزيون والكمبيوتر و ... و ... كل ما سبق وكثير غيره تشير إليها أصابع الاتهام فى أنها المسئولة عن تلك الزيادة الكبيرة فى أعداد المرضى والذين يحتاجون لنقل أعضاء لهم بدلاً من أعضائهم التى أصابها الفشل والتلف فأصبحت حياتهم مهددة .. وينتظرون الوفاة فى أى لحظة.. حتى طريقة أو نمط وأسلوب التغذية الذى نمارسه هو أسلوب خاطئ يتسم بعدم التوازن وبعيد عن التغذية السليمة فيوقع الإنسان بالتدريج فى براثن المرض لينتهى به الحال مع الوقت للإصابة بفشل كبده أو الكلية أو أمراض القلب أو الإصابة بالجلطات... أضف إلى ذلك انتشار نوعيات جديدة من الأمراض الفيروسية والبكتيرية... بل والطفيليات كالبلهارسيا تؤدى لنفس النتيجة. حتى المضادات الحيوية وتناول بعض الأدوية بأسلوب خاطئ بدون وعى وحذر... يتسبب فى حدوث الكثير من المآسى!!

حتى أننا لم نعد نجد (تقريبًا) دولة فى العالم إلا وتحوى مرضى محتاجين لنقل أعضاء لهم لتصل أعدادهم للآلاف والملايين فى بعض البلاد.. وتشكو حكومات الدول من تلك الميزانيات الضخمة التى تُنفق فى كل عام لعلاج هؤلاء المرضى وتزداد

قوائم الانتظار بمرضى جُدد يُضافون على ما بها.. والجميع ينتظرون نقل أعضاء لهم ليتم شفاؤهم.

ومع قوائم الانتظار ومعاناة الدول اقتصادياً والخسائر العديدة المترتبة على ضعف إنتاجية المواطنين نتيجة المرض تظهر لنا مشاكل أخرى لا تقل فى خطورتها عما سبق منها المتاجرة فى بيع تلك الأعضاء من الأصحاء للمرضى (ممن لديهم القدرة على الشراء.. وتظهر لنا شبكات مافيا تحوى أطباء وسماسرة وغيرها منتشرون على مستوى العالم.. يصل بهم الأمر لسرقة أو شراء أطفال. بغرض أن يصبحوا قطع غيار.. وكم من الجرائم البشعة والتى نسمع عنها كل فترة عن أساليب جهنمية للحصول على أعضاء لبيعها لمن يقدر على دفع الثمن.. وفيما يلى مثال لذلك.

مثال:

الاتجار فى جثث المحكوم عليهم بالإعدام فى الصين

هى فضيحة مدوية [تم تناقلها بين وسائل الإعلام نقلاً عن صحيفة الصانداى تليجراف البريطانية فى يوليو من عام ٢٠٠١م]؛ والذى فجّرها طبيب صينى اسمه (وانج جيوجى) أثناء إدلائه باعترافاته أمام إحدى لجان الكونجرس بالولايات المتحدة الأمريكية... فقد اعترف الطبيب الذى كان يعمل فى أحد المستشفيات التابعة لأحد السجون الصينية وذكر أن بعض السجانين وبعض الأطباء متورطون فى بيع أعضاء المساجين الذين ينفذ فيهم حكم الإعدام، وكما قال الطبيب فقد كان حكم الإعدام، يُنفذ بدقة شديدة خاصة مع المساجين الذين يتم إعدامهم بإطلاق الرصاص عليهم فالحكم ينفذ بدقة شديدة بحيث لا يدمر كلية السجين.

وبعد أن يتم تنفيذ العملية يتم نقل السجين بسرعة شديدة قبل أن يتوقف قلبه إلى المشرحة التابعة للسجن حيث يتولى فريق متخصص من الأطباء استخراج الكلية والقلب والكبد، وحفظها بطرق خاصة تمهيداً لبيعها فى أوروبا وأمريكا والشرق الأقصى. وعن طريق شبكة كبيرة يتم تهريب الأعضاء بصورة مرتبة تماماً وشبّه الطبيب ما يحدث فى السجن بمافيا كبيرة متورط فيها عدد كبير من المسئولين فى

السجن وفى المستشفى وبعض من رجال البوليس وقال إنه غالبًا ما يتم نقل الجثث للمشرحة ونقل الأعضاء فى سيارات لا تحمل أرقامًا حتى لا يمكن كشفها مهما حدث ولأن الجميع يستفيد فلا أحد يبلغ عن الثانى.

صحيفة الصانداى تليجراف قالت عن نفسها أنه بالرغم من أن الحكومة الصينية تنكر وبشدة وجود بيع أو اتجار للأعضاء داخلها إلا أن هناك دلائل قوية تشير إلى أن هذه العملية تحولت إلى بيزنس كبير وقالت أيضًا أغلب المرضى الذين يشترون الأعضاء المباعة صينيون أيضًا يعيش أغلبهم فى اليابان وتايوان والولايات المتحدة الأمريكية وبالذات مرضى الكبد أما أغلب التجار فهم تايوانيون فقد ذكرت الصحيفة البريطانية أن هناك على الأقل ٢٠٠ تاجر أعضاء بشرية دخل الصين فى العام الماضى وذكرت أيضًا أن الكبد مثلاً يباع بنحو ١٠ آلاف دولار أمريكى وتقول التقارير الواردة من الصين - كما تقول الصحيفة - أن هناك ما لا يقل عن ٣٠٠٠ سجين يحكم عليهم بالإعدام سنويًا بتهم تتنوع بين الاتجار بالمخدرات والاغتصاب وغيرها.

بقى أن نعرف أن الطبيب الصينى وانج جيوجى ذهب إلى الولايات المتحدة فى العام الماضى كجزء من بعثة طبية من بلاده لكنه قرر طلب اللجوء السياسى وحصل عليه وقال فى اعترافاته إنه لم يكن يقصد التشهير بأحد أو أن يستفيد من وضع كان يقبله من قبل لكنه فقط يحاول أن يكشف جانبًا من التجاوزات التى تحدث فى مجال حقوق الإنسان أمام الكونجرس الأمريكى.

الحكومة الصينية ردت على ما قاله الطبيب الهارب بأن كلامه كله أكاذيب وأنه يحاول بنذالة الحصول على اللجوء السياسى مقابل التشهير بزملائه، وكما قال المتحدث الصينى فإن الحكومة الصينية تحرم وبشكل قاطع أى اتجار غير مشروع فى الأعضاء البشرية وأن الطريق الجيد للحصول على قطع الغيار البشرية هو المتبرعون بإراداتهم وفى حياتهم وليس بعد موتهم.

تُرى بعد ما قرأت «عزيزنا القارئ» من ستصدق الطبيب أم الحكومة الصينية؟!!

التطبيق الثانى:

عمليات زرع الكبد فى مصر

تعتبر أمراض الكبد هى مشكلتنا الصحية الأولى فى مصر. ويذكر د.عبد الرحمن الزيادى (أستاذ أمراض الكبد والجهاز الهضمى بكلية طب عين شمس) فى ٢٠٠١م أن تعداد المصابين بالفيروسات الكبدية فى العالم حوالى ٣٠٠ مليون يحملون فيروس (سى) مقابل إصابة (٢٥٠) مليون بفيروس «بى» إلى جانب الحاملين لفيروسات الكبد الأخرى وتمثل الإصابة فى الوطن العربى نسبة متوسطة وتتفاوت الإصابة فى الدول العربية من دولة لأخرى، بل وتتفاوت فى مصر من محافظة لأخرى. ويؤكد د. (الزيادى): ليس معنى وجود الأجسام المضادة وجود الفيروس «بى» إذ يجب أن يتم تحليل الفيروس بجهاز «بى سى آر»، حيث ثبت أن ٥٠٪ ممن ثبت وجود أجسام مضادة للفيروس عندهم؛ ليس لديهم فيروس على الإطلاق.

ويذكر الأطباء أن المشكلة الأساسية للكبد فى مصر هى البلهارسيا والفيروسات الكبدية وبخاصة فيروس (سى) والذى يوجد منه ٦ أنواع وهناك أمراض السمنة والسكر التى تسبب الكبد المتدهن. وهناك أورام الكبد.

وهناك محاولات تجرى لتحديد نسبة الإصابة بأمراض الكبد عن طريق مركز رصد لأمراض الكبد، فتجد فى محافظة المنوفية الإصابة بفيروس (سى) تصل إلى ٢٥٪ وفى القاهرة ٦٪ وفى محافظة الفيوم تجدها ١٧٪ [فى عام ٢٠٠١م]؛ ويُذكر أن زراعة الكبد فى مصر تتكلف فى المتوسط «خُمس» التكلفة فى الخارج؛ الذى تصل فيه تكلفة الزرع لحوالى مليون جنيه.

وعمليات زرع الكبد ممكنة عن طريقين:

١ـ نقل الكبد من متوفى حديثًا لآخر مريض بالكبد.

٢ـ الزرع من أحياء لأحياء فيستأصل فص من كبد المتبرع ويزرع مكان كبد المريض.

ـ ويذكر د.«عبد الحميد أباظة» (مدير عام مستشفى أحمد ماهر التعليمى

ورئيس قسم الكبد) أنه إذا تم اختيار المريض بشكل جيد وأعطيت له كل الفرص الجيدة لنجاح الزرع فإن نسبة النجاح قد تبلغ ٧٥٪ إذا ما قورنت بالدول الأجنبية المتقدمة والتى تصل نسبة نجاح عمليات زرع الكبد فيها ٩٠٪ فى اليابان. ويضيف د.«عبد الحميد» أن زرع الكبد لا يعنى القضاء على الفيروس الذى أدى لفشل الكبد وتليفه.. وحدوث استسقاء وغيبوبة متكررة للمريض. ولكن عملية الزرع تنهى الآثار التدميرية فى الكبد.. وعن عدد السنوات المتوقعة لاستمرار الكبد المزروعة بعد نجاح الجراحة.. يذكر د.«عبد الحميد أباظة» أن فى الطب مقياسًا يسمى «حياة خمس سنوات» وبالتالى هناك نسبة كبيرة تقضى خمس سنوات، وهناك مرضى آخرون يقضون ١٢عامًا وقد تمت زراعة الكبد لهم فى عام ١٩٨٩م فى الخارج وما زالوا أحياء.. [٢٠٠١م] والشخص الذى لا يزرع الكبد ليس له أية فرصة فى الحياة بالحسابات الطبية إذا كان يعانى من تليف واستسقاء وغيبوبة متكررة.

ويذكر د.«عبدالحميد» أن حالات زرع الكبد أمر ضرورى ويتم إجراؤها فى السعودية التى أقرت الموت الإكلينيكى المعروف بموت جذع المخ. [سيكون لنا معه لقاء بعد قليل] .. وهى تتم فى إسرائيل منذ ١٠ سنوات ويوضح أنه من الصعب جدًا الاتجار بالكبد أو سرقته. ويذكر د.«عبدالحميد» أنه قد أجرى فى أوائل التسعينيات «٦» جراحات زرع كبد بجامعة المنوفية.

- ولقد تم فى مصر منذ فترة النجاح لأول مرة فى زراعة كبد لطفل بمستشفى القوات المسلحة. وعن هذه العملية نذكر أن الفريق الطبى المصرى العسكرى قد تمكن بالتعاون مع طاقم طبى بريطانى، فى إجراء أول عملية لزراعة كبد لطفل عمره خمس سنوات، وهو أحد أبناء ضباط الصف بالقوات المسلحة. وأجريت له الجراحة بمركز علاج أمراض الكلى والكبد الملحق بمستشفى القوات المسلحة بالمعادى، وقد أشاد الفريق الطبى البريطانى بالإمكانات الطبية المتميزة فى المستشفى حيث أنه مزود بأجهزة ومعدات طبية وغرف عمليات، ومعامل تحليل تضاهى أحدث المستشفيات العالمية.

التطبيق الثالث: تضحية والدين!!

حيث تناقلت وسائل الإعلام قصة الأبوين الأمريكيين اللذين قُتل ابنهما ذو السنوات السبع فى إيطاليا برصاصة طائشة أطلقها لص.. فرتبا الأمر للتبرع بأعضائه للأطفال الإيطاليين المحتاجين لها.

التطبيق الرابع: عضو القلب وعمليات الشرايين التاجية:

أوجاع القلب كثيرة ومرضى القلب كثيرون وأنواع الإصابة متعددة ومتنوعة ومنها مرضى الشرايين التاجية والملفت للانتباه أن هناك بحثًا طبيًا فى مصر [فى عام ٢٠٠٠] أشارت نتائجه الأولية إلى ارتفاع معدل الإصابة المبكرة بجلطة الشريان فى مصر بالمقارنة بالدول الأوروبية حيث تتراوح سن الإصابة فى المصريين بين ٤٠ ـ ٤٩ سنة بينما فى الدول الأوروبية من ٥٠ ـ ٦٠ سنة!! وتشير الدراسات لدور التلوث البيئى حيث تزداد الإصابة فى الأماكن التى يرتفع بها معدل التلوث البيئى.

ومن إحدى الإحصائيات يُذكر أن هناك حوالى ٥٠ ألف شخص مريض بالقلب يموتون سنويًا حتى أنه فى عام ١٩٩٧م لم يحصل سوى ٢٣٠٠ من أصل ٤٠٠٠٠ من مرضى القلب فى الولايات المتحدة الأمريكية؛ على قلب جديد، والوفاة هى بسبب الفشل القلبى وأحدث ما وصل إليه الطب الآن فى مجال علاج مشاكل عضو القلب هو الاستفادة من العلاج بالجينات وهندسة الأنسجة والخلاعية الجذعية لعلاج القلب وكانت النتائج مُرضية لحد كبير، أيضًا هناك الاستعانة بقلوب الحيوانات ومنها تلك الفتاة التى نُقل إليها قلب البابون.. وذلك الرجل الذى نُقل إليه قلب خنزير.. وهناك الاستعانة بأعضاء من حيوانات مهندسة وراثيًا بجينات بشرية (حتى يتفادى مشاكل الجهاز المناعى للمرضى). وسيكون لنا لقاء مع تطبيقات متعددة لعلاج عضو القلب بهذه الوسائل فى كتابنا [جولات فى عالم البيوتكنولوچيا والاستنساخ] بإذن الله.

ونحن بصدد الحديث عن تلك المشاكل المتعلقة بعضو القلب وشرايينه والعمليات التى تجرى لعلاج حالات انسداد الشرايين التاجية باستخدام شرايين بديلة... نذكر التطبيق الآتى:

عمليات الشرايين التاجية.. واستخدام شرايين بديلة:

ففى بعض حالات الشرايين التى تصاب بالانسداد والتى نذكر منها على سبيل المثال: الانسداد المتعدد أو الكامل بالشريان النازل الأمامى[يكون أفضل علاج هو إزالة الترسبات والدهون وإعادة بنائه. وللعلم فإن انسداد الشرايين التاجية يؤدى إلى مُضاعفات تؤثر بشكل مباشر على كفاءة عضلة القلب ويكون هناك التوسيع بالبالون واستخدام الدعامات أو العلاج الجراحى بعملية ترقيع الشرايين التاجية أو العلاج الدوائى.

وهناك حالات تتطلب علاجًا جراحيًا يضاف فيها وصلات وريدية أو شريانية وحالات أخرى يصعب وضع الوصلة عند الانسداد الكامل أو الانسدادات المتعددة بطول الشريان، وتمثل هذه النسبة من المرضى نوعية خاصة وأفضل تدخل جراحى هو أسلوب إعادة بناء الشريان المتأثر بهذا النوع من الانسداد بطريقة جذرية، ويتم خلال العملية فتح الشريان بطوله وإزالة الترسبات الدهنية والمتكلسة التى تعوق سريان وتدفق الدم إلى كل فروع هذا الشريان، ثم إعادة بناء الشريان بتغطية مكان الفتح الجراحى الطولى بجزء طولى من وريد الساق أو شريان اليد حسب الحالة، ثم توصيل الدم إلى الشريان باستخدام الشريان الثديى، ولا يمكن تعميم مثل هذه الطريقة على شرايين القلب ولكن يفضل استخدامها فى حالة الشريان الأمامى النازل الذى يغذى جزءاً كبيراً من عضلة القلب.

ومن الجديد فى جراحة الشرايين هو استخدام شرايين بديلة وتشمل الشريان الثديى الأيسر وشرايين اليد ومجموعة أخرى مثل شرايين المعدة وجدران البطن، وإن كان استخدام الشريان الثديي وشرايين الذراعين أفضل، وبالنسبة للشريان الثديي نجده يظل مفتوحًا دون انسداد مرة أخرى أكثر من ١٥ سنة بعد العملية، ومن النادر تأثره بترسب الكوليسترول والدهون نظراً لطبيعة تركيبه الهستولوجي الذى لا يسمح بوجود هذه الترسيبات، وهناك حالات تستدعى استخدام وريد الساق الذى لا يزال يحمل نسبة نجاح عالية. وفى أغلب الحالات يُفضل استخدام الشرايين كوصلات أفضل من الأوردة فى حالات انسدادات وضيق شرايين القلب التاجية.

ويقول د.«جمال سامى» (أستاذ جراحات القلب بطب عين شمس): أن نسبة

نجاح استخدام شريان اليد تتراوح ما بين ٩٢ و ٩٥٪ وإن كانت بداية استعماله فى العمليات منذ فترة قريبة.

التطبيق الخامس

عمليات زرع القرنية فى مصر

هناك عشرات الآلاف من المرضى مهددين بالعمى بعد إصدار قانون عطّل عمل بنوك القرنيات؛ ومع إصدار القانون أصبح هناك خوف لدى الأطباء من العقوبة إذا ما خالفوا القانون، أيضًا نجد أن استيراد القرنيات، من بنوك العيون بالخارج متوقفٌ والتى كانت تساهم فى إنقاذ هذه الحالات. وتضاعف المرضى خمس مرات (فى عام ٢٠٠٠م) منذ صدور قانون إغلاق بنوك العيون فى سنة ١٩٩٥م فتجاوز مائة ألف مريض فى مصر.

وللعلم فإن هذه القرنية لا تتعدى مجرد قشرة رفيعة كانت تؤخذ من عيون الموتى وكل الدول العربية من حولنا تجرى فيها هذه الجراحة. وكانت هناك موافقة صريحة من فضيلة شيخ الأزهر بإعلانه عن قبول التبرع بقرنيته حال وفاته.

ويعتبر فضيلته التبرع بالقرنية عملاً إنسانيًا لإنقاذ أبصار المرضى، وكان هناك اقتراح من أحد أطبائنا وهو د.«عاصم زهران» استشارى جراحة العيون أن يقوم كل من لا يرغب فى التبرع عند وفاته؛ بكتابة إقرار بعدم موافقته على التبرع والباقى يعتبر المجتمع أنهم موافقون..

فهل أنت من الموافقين؟! أم من غير...؟

التطبيق السادس:

نقل أيدى وأذرع للمرضى المحتاجين

طرح اللورد «أوين OWEN» الطبيب البارع فى هذا المجال ووزير الخارجية البريطانى السابق والدبلوماسى المعروف؛ طرح فكرة زرع اليد البشرية منذ أكثر من (٣٢ سنة) مضت فى محاضرة بجامعة أدنبرة ولكن لم تتقرر إمكانية تحقيق ذلك إلا فى منتصف التسعينيات بوصفه رئيسًا للكلية العالمية للجراحين.

ويُذكر فى هذا الصدد أنه كانت هناك محاولات عديدة من قبل الباحثين؛ أُجريت على القرود لكنها فشلت فشلاً ذريعًا إذ توفى معظمها لأن أدوية ضبط المناعة

كانت سبباً فى تفاقم المشكلة ثم ثبت أن التخفيض من جرعات تلك الأدوية ساعد على ضبط مشاكل الرفض الجسدى.. وهناك أبحاث اتجهت للاستفادة من الخنازير بدلاً من القرود اعتقاداً بأنها أقرب للجنس البشرى... وبعدها بدأ التفكير فى التطبيق على الإنسان. وفيما يلى مثالان يوضحان تطبيق ذلك على البشر.

المثال الأول: نقل وزرع يد لنجار:

ومن العمليات الناجحة تمكن جراحان فرنسيان من مستشفى إدوارد هيريوت فى مدينة ليون من إجراء عملية نقل وزرع ذراع من راهب فى عداد الأموات وغرسه لشخص يعمل نجاراً فقد معظم ساعده أثناء استخدامه لمنشار كهربائى وكانت حادثة فقدانه لساعده منذ أكثر من ١٥ عامًا قبل قيام الطبيبين بإجراء العملية له وتشير الدلائل إلى نجاح العملية.

المثال الثانى: نقل ذراعين للنقاش (شاتلييه):

سقط الابن ١٩ عامًا من فوق الكوبرى وظل تحت رحمة أجهزة وآلات لبضعة أيام. بالطبع كانت أسرته تأمل فى شفائه ولكن لم يتحقق ذلك وأعطى والده موافقته على أن ينزع منه الأطباء ما يريدون.

وفى المقابل.. كان هناك نقاش عمره (٣٣) عامًا وهو أب لاثنين واسمه (دينيس شاتلييه) أو (شاتلير) فرنسى.. هذا الرجل فى ١٢ يناير ١٩٩٦م انفجر فيه صاروخ صغير صناعة منزلية.. أدى إلى فقد الرجل ليديه. وبعد حوالى ثلاث سنوات من الحادث سمع دنيس شاتلير عن أول عملية زرع ليد واحدة لرجل من أستراليا قام بها الجراح الفرنسى ميشيل دو برنارد فى مستشفى دو برنارد فى عام ١٩٩٨م (سبق وتحدثنا عنها) وفى هذه اللحظة قرر دنيس شاتلير أن يكون أول رجل فى العالم تزرع له يدان فى نفس الوقت. وبالفعل وافق الجراح على إجراء العملية له فى نفس المستشفى وذلك فى يناير من عام ٢٠٠٠م. ووقع الاختيار على نقل يدى الشاب [ذى الـ ١٩ عامًا الذى سقط من فوق الكوبرى] وزرعها للنجار.

وفى الساعات الأولى من يوم الخميس ١٣ يناير تم نزع الكليتين والكبد والقلب والذراعين من الساعد... وذلك من الشاب ذى التسعة عشر عامًا.

ووضعت فى محاليل خاصة، وتم نقلها إلى المستشفى التى سوف تتم فيها جراحة زرع اليدين.

وفى السادسة صباحًا كان هناك (٥٠) طبيبًا فى حجرة العمليات من بينهم ١٨ جراحًا وقام بالعملية الجراح ميشيل دو برنارد.. واستمرت عملية الزرع ١٧ ساعة. أثناء عملية زرع اليدين، توصل أولاً العظام، ثم الأوعية الدموية، ثم الغضاريف والأعصاب والعضلات، وفى النهاية الجلد. وقبل القيام بهذه العملية أجريت فحوص جسمية ونفسية على المريض للتأكد من تقبله جسميًا ونفسيًا لمثل هذه العملية، وأيضًا أخذت موافقته على أخذ الأدوية التى تمنع الجسم من رفض العضو الجديد.

فى أول ٦ أشهر بعد عملية الزرع قام المريض بأداء تدريبات لليدين الجديدتين تحت إشراف متخصصين، وذلك يوميًا لمدة ٦ ساعات، وفى هذه الفترة كان لا يوجد إحساس يُذكر فى اليدين، ولكن بعد هذه الفترة بدأ المريض تدريجيًا الإحساس بأطراف أصابعه. وفى السنوات التالية استمرت التدريبات، ولكن لفترات أقصر وأقصر، حتى استطاع المريض بعد ٥ سنوات من عملية الزرع استرداد جميع حواس اليدين واستخدامهما فى أغلب الأعمال اليومية.

ويقول متخصصون فى المخ تابعوا حالة المريض طوال هذه السنوات، إنه فى أثناء هذه السنوات الخمس استطاع مخ المريض، الذى لم تصله أى إشارات من اليدين طوال أربع سنوات بعد الحادث أن يستعيد قدرته على استقبال إشارات من اليدين الجديدتين. وهذا يدل على قدرة ومرونة مخ الإنسان فى استيعاب مثل هذه العمليات.

وبصفة عامة فإن عمليات نقل الأعضاء يوجد حولها الكثير من الجدال والمناقشات وعلى سبيل المثال:

بالنسبة للشخص الحى المتبرع بالكلية تتأثر كليته الوحيدة على المدى القريب أو البعيد بحدوث تدهور بها ووفاة العديد من المتبرعين فى غرف العمليات أثناء النقل وبالنسبة للمنقول إليه الكلية أو أى عضو آخر فإن الكثير من هذه العمليات يفشل

نتيجة رفض الجسم للعضو المنقول ومهاجمة الجهاز المناعى له بالإضافة إلى ظهور الكثير من الآثار الجانبية القاتلة للمرضى المنقول لهم هذه الأعضاء لعدة أسباب منها نتيجة العقاقير المثبطة لجهاز المناعة وأيضًا توجد العديد من الشروط الواجب توافرها بالشخص المريض وعند عدم توافرها لا يتم نقل العضو المطلوب إليه. أضف لذلك الخلافات الحادة بين الأطباء على مدى التأكد من حدوث الوفاة قبل أخذ أى عضو من جسم المتوفى ومن الآراء الرافضة رأى النائب قويطة عضو مجلس الشعب عن فارسكور الذى قدم أوراقًا عن مشروع يحمل عنوان تجريم انتزاع الأعضاء من مرضى جذع المخ وتجريم الاتجار بالأعضاء البشرية. وسيكون لنا لقاء مع كل ذلك بعد قليل.

التطبيق السابع: نقل وزراعة رحم

طالعتنا الصحف البريطانية فى مارس ٢٠٠٢م؛ بأول تقرير يُنشر فى الدوريات العلمية عن نجاح زراعة عضو «رحم» وذلك بعدما تم نقله من مريضة تعدت سن الإنجاب ونصحها الأطباء باستئصال الرحم لوجود أورام ليفية حميدة بالمبيضين، وتم زرع الرحم فى مريضة شابة كانت قد فقدت رحمها الأصلى أثناء جراحة عاجلة ولقد قام الرحم بوظائفه الفسيولوچية لمدة ثلاثة أشهر قبل أن يضطر الأطباء لاستئصاله لرفض الجسم له .. ولكن سبق البريطانيين... فريق طبى سعودى وكان للسعوديين السبق فى كونهم أول فريق طبى على مستوى العالم، وعن هذا الحدث نذكر ما يلى:

قام فريق علمى طبى سعودى برياسة د.«وفاء فقيه» فى ٢٠٠٠/٤/١٦م وذلك بنقل وزراعة رحم تم استئصاله من مريضة تبلغ ٤٦ عامًا بلغت سن اليأس وزرعه فى زوجة فقدت رحمها قبل ٦ سنوات بعد نزف نفاسى وتبلغ من العمر ٢٦ سنة. وسجلته المراجع الطبية والعلمية كأول إنجاز علمى فى هذا المجال واستجابت المريضة للعلاج ومرت بدورتين شهريتين طبيعيتين ولكن بعد ٩٩يومًا حدث انسداد فى الأوعية الدموية الموصلة للرحم مما أوقف استمرار العملية ولفظ الرحم من السيدة المنقول إليها بعد فترة وأزاله الجراحون جراحيًا.

هل تعلم عزيزى القارئ أن رحم الفتاة البكر هو آخر ما يتحلل فى الجسم من أعضاء بعد الوفاة!! سبحان الله.

محاولات للإقبال على عمليات زرع قضيب:

إذ أن هناك بعض جراحين ممن يقومون بإجراء عمليات تغيير الجنس.. يتحدث بعضهم عن الأعضاء الجنسية ويقول أحد رواد هذا المجال.«أنا لا أعتقد أن الحكومة ستقبل تمويل عملية زرع القضيب. لكنًّا سنحاول أن نقنعها بذلك».

طموحات لن تنتهى

إن العلم يبحر فى مجالات قد تبدو لنا الآن خيالية لكنه يقتحمها.. من يدرى هل يمكن إزالة وجه سيدة متوفاة لتركيبه لمريضة تشوه وجهها؟ هل يمكن تركيب ثدى لسيدة فقدت ثديها؟... هل يمكن زرع أو تركيب مخ إنسان لإنسان آخر؟! كيف سيفكر ويتصرف الشخص المنقول له هذا العضو ... إن طوفان التجارب والمحاولات لن يتوقف... برغم الموانع الأخلاقية.. تُرى ما هو موقف الدين؟ انتظروا مزيداً من الآراء بين المؤيدين والمعارضين فى الجولتين القادمتين... فمعنا...

الجولة الثالثة: جولة مع آراء بعض المؤيدين:

تمهيد:

نقل وزرع الأعضاء ما بين المؤيدين والمعارضين.. وبخاصة فى الدول الإسلامية... [مصر على سبيل المثال]:

تختلف نظرة الدول الإسلامية ومنها مصر (لقضية نقل وزرع الأعضاء) عن نظرة باقى الدول إليها.. إذ أن الدول الإسلامية تُحكم الدين فى ذلك قبل إعطاء الضوء الأخضر بالموافقة على عمليات نقل وزرع الأعضاء أم لا.. ونحن لن نخوض كثيراً فى الحديث عن موقف الدول الإسلامية هنا.. وهناك.. ولكن سنحاول إلقاء نظرة سريعة مع الإشارة لبعض الآراء البارزة سواء لرجال دين أو لرجال فكر وأطباء ومهتمين بهذه القضية.. [فى مصر].

وسنلفت انتباه القارئ إلى المقصود ببعض المفاهيم المتضمنة فى نقل وزرع الأعضاء.. ومع آرائهم سيتبين لعزيزنا القارئ - جوانب وأبعاد أخرى للقضية منها: جوانب وأبعاد دينية - أو طبية.. إلخ .. وجميعها ستساعد فى رسم صورة أعمق للموقف وتساعد عزيزنا القارئ .. [وهذا ما نرجوه]؛ على تكوين رأيه الخاص إزاء هذه القضية الخطيرة التى تمسنا جميعًا.. وسنعرض فى هذه الجولة آراء المؤيدين مع ذكر المقصود ببعض المفاهيم ضمنيًا (مع هذه الآراء):

إلقاء الضوء على بعض المفاهيم المتعلقة بنقل وزراعة الأعضاء وآراء المؤيدين:

هناك الكثير من الجدل والمناقشات التى لا زالت تدور فى هذا الموضوع والتى لم تُحسم بعد وسنحاول فيما يلى عرض بعضها مع توضيح المقصود ببعض المفاهيم المتعلقة بنقل وزراعة الأعضاء وذلك من خلال رأى دكتور «محمد محمود زهران» فى شهر إبريل من عام ٢٠٠٤م:

(أ) تعريف الموت شرعاً:

وقد أوضح ذلك فضيلة الإمام الأكبر وهو مفارقة الإنسان للحياة مفارقة تامة، بحيث تتوقف كل الأعضاء بعد مفارقة الحياة توقفًا تامًا عن أداء وظائفها [وهذا رأى الدين].

(ب) الموت الإكلينيكى:

(أ) رأى د. محمد محمود زهران.

وهو ما كـان يسمى بموت «جـذع المخ» وهذا معناه أن هذا المريض مـا زال يرقد فى سريره ومـوصلاً بأجهزة التـنفس الصناعى والمحاليل الطبيـة، وقد أثبت رسم المخ أن المخ لا يعمل ولن يعـمل مرة أخرى حسـب المفاهيم الطبية العالميـة فى هذا الشأن والتى خرجت من الولايات المتحدة الأمريكية والكثير من دول أوروبا وآخرها اليابان منذ «٦» سنوات. وقد وافق الكونجرس الأمريكى على قانون نقل الأعضاء من موتى جذع المخ عـام ١٩٨٤م ثم تلته الكثيـر من الدول الأوروبية، ثم بعدها الدول العـربية مثل الأردن، العراق، والكويت.

ورغم أن جذع المخ لا يعمل إلا أن القلب مازال ينبض ويضخ الدم لكل أعضاء الجسم وهى ما زالت تحتفظ بحيـويتهـا وبالتالى فـبعـد نقلهـا وزرعهـا فى المرضى المحتاجين سـوف تستمر فى أداء عملهـا ولقد سمى هذا المتبـرع فى الولايات المتحدة الأمـريكيـة (BEATING HEART BODY) وترجـمتهـا الحرفـية «الجسم ذو القلب النابض» وهى تعنى أن قلب المعطى مـازال ينبض، وهو لا يُعتبـر موتًا شرعيًـا حسب تعريف فضيلة المفتى.

وأجـمعت العلوم الطبيـة على أن القلب هو أول عـضلة «بل أول جهـاز بمعنى الكلمة» تبدأ وفـاته وعمله والجنين مازال فى رحم أمه، وهو أيضًا آخر جـهاز يتوقف عن العمل والنبض عند الوفـاة. وبالتالى يتم تشخيص الموت سـواء فى منزل المتوفـى أو داخل المستشفى من توقف القلب عن العمل؛ توقفًـا صريحًا وواضحًا لكل العيان .. وهو يُشخص بالسماعة الطبية العادية، ويتم بدون أى تعقيدات أو استعمال أجهزة معينة مثل رسم المـخ أو خلافه لتحديد الموت. هذا المتوفى يمكن أن يعطى عـدداً كبيراً من أعضائه للمـرضى المحتاجين مثل الكليـتين ـ قرنيتى العينين ـ صـمامات القلب ـ وهى حاليـاً تُشترى من لندن بآلاف الجنـيهات الإستـرلينية وكذلـك العديد من عظام الهيكل العظمى.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية نجد مالا يقل عن عشرة آلاف عملية نقل وزرع

كلى سنويًا، وأكثر من ٨٠٪ من الحالات تنقل الكلى من حديثى الوفاة (تشخيص بموت جذع المخ) ولكن فى السنوات الخمس الأخيرة اتجهت الأبحاث لنقل الكلى من وفيات الموت الشرعى بتوقف القلب تماماً، وثبت من الإحصائيات نجاح هذه العمليات وتأدية الكلية لوظيفتها المطلوبة فى ٨٠ ٪ من الحالات مقابل ٩٠٪ من كلى موتى جذع المخ.

٢- رأى د. «عادل فؤاد رمزى» [أستاذ الجراحة بطب القاهرة]: جريدة الأهرام - قضايا وآراء فى شهر يونيو من عام ٢٠٠١م:

هبوط الأعضاء الحيوية النهائى ليس له إلا حل واحد بإذن الله وهو الأعضاء البديلة. ولحين توافرها للمريض قد تنجح بعض الوسائل التعويضية المؤقتة مثل الارتشاح الدموى أو البريتونى لهبوط الكلى أو القلب الصناعى لهبوط عضلة القلب أو الكبد الصناعية للهبوط الكبدى وإن كانت نتائجه للآن غير مشجعة.

علميًا دواعى نقل الأعضاء هى الهبوط النهائى لهذه الأعضاء وهناك مشاكل لنقل الأعضاء مثل قصور عدد الأعضاء المتوافرة حاليًا والحاجة إلى الأدوية المثبطة للمناعة لتفادى رفض الجسم وغلو ثمنها وكذا مضاعفات بعض هذه الأدوية فهل هناك بديل لهذه الأعضاء البشرية؟ هناك بعض الحلول المطروحة مثل أخذ الأعضاء من الحيوانات العليا مثل البابون - ولكنها قد تسمح بنقل أمراض هذه الحيوانات إلى الإنسان - بالإضافة لاختلاف عملياتها الحيوية عن الإنسان مثلما حدث فى نقل الكبد. هناك احتمال زرع الخلايا وهذا زرع لأن الخلايا تتكاثر فى جسم المستقبل، بينما الأعضاء الكاملة لا تتغير ولهذا فالأعضاء تنقل ولا تزرع. وهناك أبحاث عديدة فى هذا المجال بدأت بزراعة خلايا البنكرياس ثم خلايا الكبد، وهناك محاولات لاستزراع خلايا عضلية فى أجزاء من عضلة القلب التالفة وأيضًا زراعة خلايا مفرزة لمادة الدوبامين من الغدة الكظرية أو مخ الأجنة إلى مخ من يعانون من الشلل الرعاش والحقيقة أن زراعة الخلايا تقابلها مشاكل عديدة مما يحدد الاعتماد عليها حاليًا.

لقد قارنت دراسة عالمية منذ سنوات بين نقل الأعضاء والعلاج بلا نقل من

حيث التكاليف مقدرة بآلاف الدولارات ونوعية الحياة ونعرض نتائجها، يتكلف نقل الكلى ٣٥ ثم ١٤ لكل سنة مكتسبة بعد ذلك مقارنة إلى ٢٥ سنويًا بلا نقل - وبالنسبة للقلب فالقيمة ٩٥ و ٢٣ لكل سنة بالمقارنة إلى ٨٠ للعلاج الطبى - وبالنسبة للكبد ١٣٠ ثم ٣٨ سنويًا بالمقارنة الى ٣٥ لكل حالة نزيف دوالى مرىء - وبالنسبة للبنكرياس يتكلف النقل ٣٥ ثم ١٤ لكل سنة بالمقارنة إلى ١٥ سنويًا بلا مضاعفات كبرى كبتر الأطراف هذا بالإضافة إلى أن عدم نقل الأعضاء يؤدى إلى الوفاة المبكرة بعد حياة بائسة وفقدان ٣٠ ألف دولار فى المتوسط بسبب عدم القدرة على العمل.

الفشل الكلوى يصيب الإنسان المصرى بنسبة ٣٠٠ حالة لكل مليون نسمة سنوياً وعلاجه النهائى هو نقل الكلى وقد بدأ عالميًا عام ١٩٥٤ وفى مصر عام ١٩٦٦ وكانت تجرى بمصر ٣٥٠ حالة تقريبًا سنويًا بنسبة نجاح ٩٠٪ فى العام الأول و٧٠٪ بعد خمسة أعوام وتؤخذ الكلية فى مصر من الأصحاء الأقارب أو المتبرعين أو بالشراء، وشراء الأعضاء مبدأ غير إنسانى لا يقره الدين أو المثل ولا المجتمعات المتقدمة مما يحتم نقل الكلى من المتوفين حديثًا.

نقل الكبد ضرورة ملحة فى مصر - فالكبد المصرية عليلة منذ الأزل بسبب البلهارسيا ولكن الآن زادت الطين بلة بالالتهاب الكبدى الفيروسى ونسبة حدوثه اختلفت فى دراسات مختلفة أقصاها إصابة فيروس سى ثمانية ملايين مصرى وفيروس «ب» مليون مصرى ويصاب ربع هذا العدد بالمضاعفات مثل التليف أو أورام الكبد أو هبوط الكبد الذى يستدعى نقل الكبد وأدناها يصل إلى نصف هذه النسبة ، ونقل الكبد لا يحتاج إلى اختبار توافق أنسجة وإنما توافق فصائل الدم فقط، ويتم النقل إما من المتوفين حديثاً أو بنقل فص من حى بما يمثله ذلك من خطورة على حياة المتبرع وتصل نسبة نجاح نقل الكبد إلى ٩٥٪ فى الأطفال و٩٠٪ فى البالغين.

مرض البول السكرى نوعان: الطفولى ويصيب ١٪ من صغار السن ومرض الكبار ويصيب ١٠٪ من البالغين وتصل النسبة إلى ٢٥٪ لمن هم فوق الأربعين. ونقل البنكرياس هو الإجراء الوحيد القادر على إيقاف إصابة الأوعية الدموية بكل الأنسجة وكثيرًا ما يصاحب نقل البنكرياس، نقل الكلى لأن مرض السكر يسبب

إصابات بالغـة للكلى ويتم هذا إما بنـقل ذيل البنكرياس أو رأس البـنكرياس مع الاثنى عشر وكلاهما خصوصًا الثـانى يجب أن يؤخذ من المتوفين حديثًا وتصل نسبة النجاح إلى ٨٠٪ بعد عام.

نقل القلب يستدعيه هبوط القلب نتيجة أمـراض الشرايين التاجية المتـقدمة وما أكثرها اليوم أو مرض عـضلة القلب ويتم بنسبة نجاح ٨٠٪ بعـد عـام و ٦٠٪ بعـد خمسة أعوام وبنسب أفضل إذا نقل القلب مع الرئتين.

نقل قـرنية العين بدأ عـام ١٩٠٥ وتمارس بمصر منذ سـتين عامًـا لمعالجـة عتـامة القرنية وأسباب أخرى قد تؤدى للعمى بنسبة نجاح ٩٠٪ وهناك بنكان بطب القاهرة وعين شمس كانا يجريان ٢٠٠ حالة نقل قرنيـة كل شهر وتوقف ذلك لأسباب غريبة مما دعا المرضى إلى السفر للخارج.

نقل نخاع العظام يتعاظم دوره فى علاج الأنيميا الخبيثة بنسبة نجاح ٧٠٪ وبعض أنواع سرطان الدم بنسبة نجاح ٤٠٪ ويؤخذ النخاع من الأقارب الأحياء ويجرى فى مصـر بنجاح. هـناك أيضًا نقل أعـضاء أخـرى تنقل من المتوفين حـديثًا مـثل العظام والجلد والأمعاء الرفيعة والغدد الصماء. وأما نقل الأعـضاء التناسلية فنتائجها سيئة، كما أنها تحدث خلطًا بالأنساب وهو إجراء يتنافى مع الأديان والمثل.

يتـضح مما سبق الحـاجة الماسـة لنقل الأعـضاء فى مـصر تطبـيقًـا للمقـولة «دع أعضاءك تعش بعد مماتك» وتعطى الحياة لإخوة الإنسانية بدلاً من أن تتحلل أعضاؤك ويموت إخوتك، وقد وافق كبار رجال الدين الإسلامى والمسيحى على نقل الأعضاء، وليس بعد مـوافقتهم أن يعـترض الذين لا يملكون التحـدث باسم الدين عن الجانب الدينى، أما على الجانب العلمى والطبى فـمفهوم الموت الإكلينيكى متفـق عليه عالمياً وقد عرف الموت الإكلينيكى بواسطة مؤتمر الكليات الطبـية الملكية فى المملكة المتحدة عام ١٩٧٦ بدقة بأن موت جذع المخ وانعدام حركة التنفس وبرسم المخ - وهذه الحالة تختلف تمامًا عن الغيـبوبة العميقة التى يدعى المعترضـون من الأطباء أنها نفس الحالة ويلعبـون بمشاعـر الناس بدخولهم فى الغـياهب والأسرار وقـد سبقـتنا أغلب الدول العربية بالدخـول فى عصر نقل الأعضاء مثل السـعودية بقرار هيئة كبـار العلماء عام

١٩٨٢، وكذلك الأردن وتونس وعديد من الدول العربية والإسلامية. ولا يعقل أن كل هذه الدول تقدم على قتل مواطنيها. ولا أن المعترضين أكثر غيرة على حياة الناس من كل العالم المتحضر الإسلامى والمسيحى.

نحن الآن بحاجة إلى سرعة إصدار قانون نقل الأعضاء والإمكانيات متاحة والخبرة متوافرة منذ سنوات ولكننا نحتاج إلى بعض الضوابط لمنع التلاعب، فلنبدأ بتحديد مستشفى (لتوفر كافة الخدمات لكل التخصصات) بكل من القاهرة والإسكندرية وتعمل به مجموعات عمل متكاملة باطنية ومعملية وجراحية وتخديرية وعناية مركزة، وأن يتم تشخيص الموت الإكلينيكى بواسطة لجنة ثلاثية من الأساتذة ويتم إقرار النقل بواسطة لجنة مماثلة تختلف تمامًا عن الأولى، وأن تتم العملية كلها بالمجان ومن المتوفين فى حوادث أو إصابات شديدة بالمخ، وأن تعمل وسائل الإعلام لدعوة العقلاء للتبرع بأعضائهم بعد موتهم وليحافظ الله على المتبرع ويبارك حياته جزاءً وفاقاً لعطائه لإخوته من بنى البشر.

٣- فتوى الشيخ عبد الله بن سليمان عضو هيئة كبار العلماء السعوديين (في أكتوبر من عام ٢٠٠٢م):

حيث أفتى الشيخ عبد الله بن سليمان بن منيع عضو هيئة كبار العلماء السعوديين بأن سحب أجهزة التنفس من المتوفين دماغيًا هو قرار لا بأس به وجائز شرعًا، موضحًا أن الذى لا يجوز شرعًا فى هذه الحالة هو أخذ شيء من أعضاء المتوفى دماغيًا لأنه حى شرعًا ولذلك لا تعتد زوجته إلا بعد وفاته حقيقة ولا توزع تركته إلا بعد وفاته حقيقة ولا يدفن إلا بعد موته حقيقة ولا يغسل ولا يكفن إلا إذا ثبت موته حقيقة.

وأشار الشيخ ابن منيع فى تصريح لجريدة عكاظ إلى أن سحب الأجهزة من المتوفى دماغيًا مما قد يؤدى إلى وفاته حقيقة هو أمر لا بأس به.

جاء ذلك تعقيبًا على ما أثاره البعض حول قيام مدير العناية المركزة بالمستشفى العسكرى فى الرياض (غير سعودى) بسحب الأجهزة من المتوفين دماغيًا قبل استئذان أهلهم، حيث أكد اللواء الدكتور خلف المطيرى مدير المستشفى أن ذلك غير

صحيح موضحًا أن المسئولية فى هذا الأمر تقع على كاهل الطبيب المراقب لأوضاع المرضى سواء المصابون بالقلب أو المخ وهو يتحمل هذه المسئولية كاملة.

٤ـ رأى أستاذ «وجدى رياض» وهو صحفي مختص بالشئون العلمية بجريدة الأهرام:

وفى بداية مقالته ببريد الأهرام عام ٢٠٠٤م تحدث عن مشاعر الألم التى انتابته بعد حضوره لمؤتمر عن نقل وزراعة الأعضاء وعن مؤتمر آخر عقد بجامعة الأزهر أما عن سبب الألم فيذكر:

«.. وسبب الألم الذى يعتصرنى أنه فى كلا المؤتمرين كان التساؤل دائمًا.. لماذا تعثر قانون زراعة الأعضاء الذى أدى تعطيله إلى تراجع الفن الجراحى وعلوم زراعة الأعضاء فى هذا التخصص» والمحزن حقاً أن الذى عطل تحريك هذا القانون النائم فى أدراج مكاتب مجلس الشعب هم عشرة من الأطباء من الجراحين وأخصائيى التخدير والرعاية، حتى سموا «مجموعة العشرة» فقد تعطل القانون بسبب البلبلة التى أشاعوها حول هذا القانون بحجة التلاعب فى تشخيص «موت جذع المخ» وهو أمر حسمته كل النظريات العلمية واعترفت به اللجان العلمية فى العالم، وأخذت به الدول العربية والإسلامية على حد سواء، وتتبعه أكبر مراكز زراعات الأعضاء فى الدنيا واستفاد منه كل من أتيحت له الفرصة للسفر للخارج لزراعة عضو.

والأمر المحير فى هذا الموضوع أن رجال الأزهر الشريف وافقوا على التشريع وأجازوه. وعندما نستعرض عدد حالات زراعة الكلى المأخوذة من الأقارب بطب الأزهر ـ على مدى ٢٣ عامًا ـ نجدها ٤٥ عملية فقط، وهو رقم متواضع جداً لعدم وجود كلى مأخوذة من حديثى الوفاة، كذلك فإن مركز زراعة الكلى فى المنصورة، لم يكن أفضل حالاً برغم أنه أول مركز يزرع الكلى فى مصر، فبلغ عدد الحالات التى زرعت لها الكلى مأخوذة من الأقارب على مدى ٢٧ عامًا ألف حالة تقريبًا.

وقطعت كل المراجع العالمية بقضية موت جذع المخ وأكدت أن موت جذع المخ ـ برسام المخ الكهربائى ـ يعنى أن المريض أو المصاب فى عداد الموتى. وأنها مسألة

وقت بدلاً من الألوف من الجنيهات التي تدفع والمريض على جهاز التنفس الصناعي وسوف يودع الحياة، وهنا يمكن الاستفادة من أعضائه لإنقاذ حياة المئات المنتظرين كبدًا أوكلية أو صدراً أو قلبًا أو قرنية أو عظامًا.

إن التبرع بالأعضاء نوع من «ثقافة العطاء أو التبرع» وهي «ثقافة وطن» وأذكر عندما كنت أتحدث مع صديقي الدكتور مجدي يعقوب جراح القلب العالمي، وبينما كان ينقل أوراقه من سترته تأهباً لدخول حجرة العمليات، لمحت بين أوراقه بطاقة حمراء، فسألته ما هذه البطاقة الحمراء؟ أجاب قائلاً: إنه بمقتضى هذه البطاقة يحل للجمعية التي أنتمي إليها التبرع بأي عضو في جسدي يكون مفيداً، إذا تعرضت لحادث أدى إلى وفاتي.. ولهم أن يأخذوا قلبي وصدري، وكبدي والكليتين، والبنكرياس، والقرنية، والعظام ، وابتسم قائلاً: إنني بنك أعضاء متنقل، وهذه الثروة سوف تموت معي داخل قبري، فليستفد منها المرضى ليحيوا.. وهمس في أذني قبل أن أغادر المكان قائلاً: الورثة الشرعيون وقّعوا معي على هذه الوثيقة وبموافقتهم.

هل تعلم مجموعة العشرة أصحاب زعامة تعطيل القانون إنه لم يتم تسجيل حالة تبرع بقرنية على مدى خمس سنوات، ويعيش الآلاف من مكفوفي البصر بعتامة في العين؟ هل تعلم مجموعة العشرة عدد المرضى الذين ماتوا على الأسرَّة لأنهم لم يجدوا العضو اللازم ليرد لهم الحياة، والآخرين الذين ماتوا على الأسفلت وماتت أعضاؤهم ولم يستفد منها أحد؟ هل تعلم مجموعة العشرة أن السعودية والكويت أجازتا نقل الأعضاء من حديثي الوفاة، وحسمتا موضوع موت جذع المخ.. منذ عشرات السنوات؟ وعملتا بالقول : «من أحيا نفسًا كمن أحيا الناس جميعًا».

الجولة الرابعة: رأى المعارضين:

وتشمل نخبة من رجال الطب والدين والمهتمين بهذه القضية ونبدأها بما يلى:

من دراسة الدكتور «صفوت حسن لطفى» (رئيس الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية وأستاذ التخدير والعناية المركزة بطب القاهرة) فى ديسمبر سنة ١٩٩٨م.

حيث عرض أ«سعيد عبد الخالق» فى مقالته التى نشرت بالأهرام فى ١٦/٦/٢٠٠١م؛ دراسة كان قد أهداها له د.«صفوت حسن لطفى» منذ سنتين ونصف قبل نشرها بالجريدة. وكان قد تم عرضها أمام لجنة الاقتراحات والشكاوى بمجلس الشعب ويذكر د. «صفوت» أنه كان قد قُدم لها مشروع قانونين: الأول مشروع قانون يُجرم انتزاع الأعضاء من المرضى الأحياء الذين يُسمون خطأ بموتى المخ ويحكم على المشاركين فى عملية انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بعقوبة القتل العمد.. وهو يستند فى ذلك إلى الحقائق العلمية والقانونية والشرعية، وإلى فتاوى مجمع البحوث الإسلامية السابق والحالى، وفتوى مجلس الدولة.. قسمى الفتوى والتشريع.. التى تنفى كل ما يسمى بموت المخ، وتحكم على انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بأنه جريمة قتل.

وسنذكر فيما يلى بعضًا مما جاء بدراسته عن مشروع القانون الثانى:

.. يُفيد بأن المشروع «يبيح ويقنن انتزاع الأعضاء من مُصابى الحوادث ومرضى الغيبوبة العميقة الأحياء المُسمين خطأ بموتى المخ.. ولكنه يلجأ إلى التحايل بالابتعاد عن استخدام التعبيرات الواضحة التى تكشف حقيقة هذه الوفاة المزعومة مثل موت المخ أو موت جذع المخ أو موت المخ الإكلينيكى - كما يتجنب استخدام التعبير الخاطئ والخادع - حديثى الوفاة - ..، «وأنه قد تكشفت أمام العامة والخاصة حقيقة أن هذه الوفاة ليست هى الوفاة الشرعية الحقيقية، وأن الأعضاء الحيوية مثل الكبد والكلى والقلب وغيرها، لابد أن تُنتزع من أحياء حتى تصلح للنقل والزرع.. ومن ثم فإن انتزاع الأعضاء من مرضى الغيبوبة العميقة الأحياء هو جريمة قتل بشعة تتستر تحت شعارات الإنسانية.. ولقد حاول المشروع الالتفاف حول هذه الحقائق فذكر أن - الوفاة - المُشار إليها فى المشروع - تقررها لجنة من ثلاثة أطباء - ومن البديهيات الطبية

أن الوفاة الشرعية الحقيقية يقررها دائمًا طبيب واحد .. بل إن ما يسمى طبيًا بالعلامات المؤكدة للوفاة ـ هى علامات قاطعة حتى أمام غير الأطباء.. أما تشكيل ـ لجنة ثلاثية من الأطباء أحدهم متخصص فى الأمراض العصبية ـ فلا يتم إلا فى حالة ما يُسمى موت المخ ـ وذلك بهدف حماية الأطباء من المساءلة الجنائية عند قتلهم لمريض الغيبوبة العميقة لانتزاع أعضائه».

ومن بين الفتاوى التى تضمنتها دراسة د.«صفوت» نذكر ما يلى:

أ ـ «الفتوى الرسمية لمجمع البحوث الإسلامية الحالى بتاريخ ٢٤ أبريل ١٩٩٧ بشأن التعريف الشرعى للوفاة والذى يتضمن التوقف التام لكل الأعضاء عن أداء وظائفها.

ب ـ الفتوى الرسمية لمجمع البحوث الإسلامية السابق بتاريخ ٢٦ يونيو ١٩٩٢ برفض الأخذ بما يسمى بموت المخ، والحكم على انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بأنه جريمة قتل.

ج ـ فتوى فضيلة المفتى الدكتور نصر فريد واصل فى ٢٧ مايو ١٩٩٧ بأن انتزاع الأعضاء من حالات ما يسمى بموت المخ أو الموت الإكلينيكى والدماغى هو قتل عمد يستوجب القصاص.

د ـ فتوى شيخ الأزهر الحالى الدكتور محمد سيد طنطاوى عندما كان مفتيًا حيث أقر أمام ندوة جمعية العلوم الطبية الشرعية ـ فى ٢٧ سبتمبر ١٩٩٥ بالعلامات الشرعية للموت.. ونفى ما نسب إليه عن إباحته لانتزاع الأعضاء من موتى المخ.. وكذلك نفى فضيلته للموت الإكلينيكى أو وفاة المخ، وقوله ـ إننى لا أعرف تحديداً للموت غير ما حدده مجمع البحوث.

هـ ـ فتوى الجمعية العمومية لقسمى الفتوى والتشريع بمجلس الدولة بتاريخ ٦ سبتمبر ١٩٩٥ بأنه ـ لا قول بموت ما دام جزء من الجسم حيًا ـ وأن الموت هو التوقف الذاتى لجميع مظاهر الحياة وأجهزة الجسم وأعضائه.

بعد أن عرض ممثل الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية أمام لجنة الاقتراحات والشكاوى بمجلس الشعب، الحقائق الطبية والمخاطر الأخلاقية والأمنية والاجتماعية

والمخالفات الدينية لانتزاع الأعضاء من المرضى الأحياء الذين يسمون خطأ ـ بموتى المخ ـ فقد علق المستشار الدكتور مدير إدارة التشريع بوزارة العدل وممثل الوزارة بأنه: «فى ضوء ما ذكره ممثل الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية من حقائق ومعلومات هامة وخطيرة فإنه يجب أن توضع هذه المعلومات أمام رجال الدين لكى يصلوا إلى الرأى الشرعى حول هذا الموضوع على أن يعرض هذا الرأى الشرعى على القانونيين الدستوريين حيث أنه توجد بعض العبارات التى وردت فى رأى فضيلة المفتى قد تدخل فى حظيرة عدم الدستورية. وأن هذا الموضوع يحتاج إلى دراسة دستورية عميقة لأن الأمر يتعلق بالإنسان المصرى الذى حظى باحترام الدستور والمحافظة عليه».

الرأى الثانى

من مقالة الأستاذ «عبد المعطى أحمد» فى جريدة الأهرام بتاريخ ٣٠/ ٨/ ٢٠٠٢م.

ونذكر من مقالته حول قضية نقل الأعضاء البشرية ما يلى:

نقل الأعضاء من حى إلى حى جائز ومعتبر شرعًا وقانونًا، لأن النقل من الجسم إلى جسم آخر لا يرد إلا على ما يقبل التجدد أو التعويض كالدم ونحوه أو يرد على عضو من أعضاء الجسم ذى مثيل له باق وكاف لأداء وظائف العضو المنقول كالكلى ونحوها على أن تكون بضوابطها وشروطها المعلنة.

أما إذا كان نقل الأعضاء من ميت إلى حى، فلا خلاف أيضًا إذا كان هذا الموت موتًا شرعيًا يجيز النقل بالشروط والضوابط التي تمكن من إعماله بما لا يهدر عصمة دم أو حق وبما يرعى حقوق الله والعباد، فمثلاً لابد أن يأذن به قبل وفاته أو يصدر الإذن من أقاربه المقربين بعد موته، وذلك فى إطار الآباء والأبناء والإخوة والأزواج وهكذا!!

كما أنه فى مجال نقل الأعضاء الفريدة غير ذات المثيل والتى لا يستعاض عن وظائفها فى الجسم الآدمى، ولا تحتمل نقصانًا لابد أن يصرح القانون المنظم لذلك بأنه لا يجرى نقل إلا بعد تحقق موت الجسم الآدمى، وأن يشير إلى معنى الموت بما

يوجه الخبرة الفنية والطبية إلى ما يجب مراعاته فى هذا الشأن، لأن الموت ليس واقعة طبية فقط، بل هو أيضًا حقيقة دينية فلسفية وواقعة قانونية وحالة اجتماعية، وذلك كله إعمالاً لقاعدة الضرورات تبيح المحظورات وأن الضرر الأشد يزال بالضرر الأخف التى سندها الكتاب والسنة، خاصة أن الجثة تتيبس بعد خمس دقائق تقريبًا من الموت، ولا يمكن نقل الأعضاء التى يدور حولها الجدل الآن كالقلب والكبد وغيرهما ولا يمكن نقل إلا ما يمكن نقله بعد عدة ساعات كالقرنية وغيرها، وهذا لا خلاف فيه أيضًا.

أما الذى يثور حوله الجدل فهو النقل من موتى المخ فقط بغض النظر عن كونه موت الجذع فقط أم موت كل المخ، أم موت الوظائف العليا له، ويقول الدكتور البيومى محمد البيومى نائب رئيس مجلس الدولة: بعيدًا عن هذا الجدل العلمى، فإن موتى المخ أو الموت الطبى أو الإكلينيكى كما يسمونه لا يعد موتًا شرعيًا ولا قانونيًا. فمن ناحية الشرع حدث تحول كبير للغاية فى الآونة الأخيرة حول هذه النقطة بالذات باعتبارها جوهر الموضوع، وذلك فى مجمع البحوث الإسلامية بالأزهر الشريف بجلسته الشهرية المنعقدة يوم الخميس ٢٤ أبريل ١٩٩٧ حيث وافق بالأغلبية الساحقة على تعريف الموت الشرعى القطعى والنهائى والذى تبنى عليه الأحكام الشرعية من إرث وقصاص ودية وإنهاء عقود وغير ذلك والذى حدد بأنه «توقف جميع أعضاء جسم الإنسان عن أداء وظائفها توقفًا تامًا» وهو فى نظرنا تعريف جامع مانع وقد نسخ بذلك التعاريف التى كانت قبله.

أقول: لقد حسم هذا التعريف الأمر تمامًا وقطع بذلك الطريق على مروجى موتى المخ فقط بهدف نقل الأعضاء المشار إليها منهم وترويجها تجاريًا وظهور سوق علنية بدلاً من السوق المستترة حاليًا لبيع الأعضاء البشرية كأنها قطع غيار للسيارات مثلاً، وأصبح فى ضوء ذلك لا تهم التسمية ما دام أن الموت شرعى وأكيد، وقرر ذلك الطبيب الشرعى المختص باعتبار أن ذلك من صميم عمله لا من عمل غيره من الأطباء.

أما من الناحية القانونية، فلقد فطنت لذلك مبكراً الجمعية العمومية لقسمى

الفتوى والتشريع بمجلس الدولة فى سبتمبر ١٩٩٥ إذ ذهبت إلى أن الموت هو التوقف الذاتى لجميع مظاهر الحياة وأجهزة الجسم وأعضائه بالمدى الزمنى الذى تقرره الخبرة الطبية الفنية هذه هى ماهية الموت لأن نقل العضو غير ذى المثيل لا يكون إلا من ميت وإلا كان قتلاً وبنت على ذلك ما مفاده: أن انتزاع الأعضاء من مريض الغيبوبة العميقة يعد جريمة قتل حتى ولو كان المريض فى سكرات الموت، إذ أنه لا قول بموت مادام جزء من الجسم حياً وقالت وبالحرف الواحد: «إن نقل العضو الفريد يفيد حتمًا وبذاته موت المنقول منه حتى وإن كان المنقول منه فى سكرات الموت وأن العبرة فى بيان سبب الموت هو بالحالة أو بالفعل الذى أفضى حتمًا ومباشرة إلى حدوث الموت فى لحظة حدوثه» وأضافت فى فتواها رقم ٦٥٨ بتاريخ ٦ سبتمبر ١٩٩٥ ملف رقم ١٦/ ٢/ ٨١ أنه بهذا يجتمع الفكر القانونى شرعًا ووضعًا ونصًا وفقهًا وفى مجال الترجيح بين مضرة المنقول من الحى ومنفعة المنقول إليه، فإن دفع الضرر أولى من جلب النفع وفى الحالة المعنية فالضرر قطعى ومتحقق وهو الموت والمنفعة ظنية ومحتملة وهى الشفاء ولا مناسبة بين الأمرين.

ومن هنا ينبغى أن يتضمن أى مشروع قانون فى هذا الشأن من الأحكام ما يكفل سد ذرائع البيع والاتجار من حيث شروط النقل وأحواله، وأن يتضمن عقوبات رادعة عن البيع والاتجار بالنسبة للقريب الآذن أو الهيئة المتاجرة أو للطبيب العارف بذلك، كما يحسن أن يتضمن أحكامًا إجرائية من شأنها ضمان عدم حرمان التعامل النقدى فى الأعضاء بيعاً أو متاجرة. وأناشد الجميع مراعاة وجه الله تعالى ثم الوطن وثقتنا كبيرة فى أعضاء مجلس الشعب وحرصهم الشديد على مراعاة ذلك، وسرعة حسم الموضوع تشريعيًا إنقاذًا لطوابير المرضى الذين هم فى حاجة إلى العلاج بأحدث الوسائل كسائر الدول المتقدمة.

٣- رأى مفتى الجمهورية السابق فضيلة الدكتور «نصر فريد واصل»

ففى شهر يوليو من عام ٢٠٠١م ذكر فضيلة الدكتور «نصر فريد واصل» حول موضوع نقل الأعضاء أن «الشارع أمر بأن نحمى النفس ونحافظ عليها والإنسان مأمور بأن يعالج نفسه من الأمراض، وإحياء الغير هو إحياء للنفس ومن هنا يمكن

للإنسان أن يتبـرع بأعضائه بشرط ألا يُضـار من ذلك، وألا يكون هناك نفع مادى من وراء التبرع، لأن جسد الإنسان ليس للبيع والشراء.

وقال المفتى : إن التبرع ببعض أعضاء الإنسان الميت جائز شرعًا بشرط أن يوافق على ذلك قـبل موته، ويعد الـتبرع هنا نوعًـا من الصدقـة الجارية وأضـاف أن عذاب القبر حـقيقة أكـدها الرسول ﷺ ، وقد دعا الرسـول الكريم أن يستغفـر المسلمون للميت بعد الدفن لأنه يُسأل وتعود إليه الروح.

وحول تأجـير الأرحـام قال المفـتى: لقد أجـمع علماء الشـريعة والفقـه على أن تأجير الأرحام لا يجوز بأى حال من الأحوال، لأن مجال العلاقة الزوجية ليس ملكية منفـعة، وإنما هو ملكيـة انتـفاع فـلا يتعـدى الزوجين، وبالتـالى لا يجوز أن ينقـلاها لغيرهما والقضية محسومة ولا يصح فيها أى مجال للاجتهاد.

٤ـ من آراء فضيلة الإمام الأكبر د. «محمد سيد طنطاوى» «شيخ الأزهر»:

أولا: رأى فـضيلة الإمـام الأكبـر د.«محـمد سـيد طنطاوى» «شـيخ الأزهر» فى (فبراير ٢٠٠١م):

ونذكر من رأى فضيلته ما يلى:

١ـ أجمع أهل الـعلم على أنه لا يجوز للإنسـان أن يبيع عـضواً من أعضـائه أيًا كان هذا العضو، لأن أعضاء الإنسان ليست محلاً للبيع أو الشراء، وليسـت سلعة من السلع التى يصح فـيها التـبادل التجـارى أو المالى، وإنما جسد الإنسـان بناء بناه الله ـ تعالى ـ وكـرمه، وسواه وعـدله، وسما به عن البـيع أو الشراء أو المتاجـرة وحرم هذه الأمور تحريماً قـاطعاً، وكل ما يأتى عن هذا الطريق بالنسـبة لجسد الإنسـان فهو باطل ويجب أن يعاقب من يفعل ذلك بالعقوبة العادلة الرادعة.

٢ـ أما بالنسـبة لتبرع الإنسـان لغيره كأبيه أو ابـنه أو أخيه أو غيرهم بـعضو من أعضائه فيـرى جمهور الفقهـاء أن هذا التبرع جائز شرعًا، إذا صـرح الأطباء الثقات المتخصصون بأن هذا التبرع لا يترتب عليه ضرر شديد لا فى الحال ولا فى الاستقبال بالنسبة للشخـص الذى قام بهذا التبرع وفى الوقت نفسه يتـرتب على هذا التبرع نفع عظيم بالنسبة للشخص الذى قدم له هذا التبرع.

ونحن نميل إلى هذا الرأى لأن تبرع الإنسـان بشىء من أعضاء جسـده لا يصدر عنه إلا فى أشـد حـالات الضرورة، وإلا لشـخص عـزيز لديه، والا من أجل تقـديم منفعة جليلة لغيره مبتغيًا بها وجه الله تعالى وخدمة لإنسان له مكانة كبيرة فى قلبه.

ولا شك أن هذا اللون من التبرع، يمثل أسمى ألوان الإيثار الذى مدح الله تعالى أصحابه بقوله: ﴿وَيُؤْثِرُونَ عَلَىٰ أَنفُسِهِمْ وَلَوْ كَانَ بِهِمْ خَصَاصَةٌ﴾ [الحشر: الآية ٩].

٣ـ ولا يقـال أن جسـد الإنسـان ليس ملكًا له، وإنما هو ملك للـه تعالى ومـادام الأمر كذلك فلا يصح للإنسان أن يتصرف فيما لا يملكه.

لأننا نرد على هذا القول بأن الكون كله بسمـائه وأرضه وإنسه وجنه، ملك لله ـ تعـالى ـ بدليل قوله تعـالى: ﴿لِلَّهِ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا فِيهِنَّ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ﴾ [المائدة ١٢٠].

أى: لله تعالى وحده دون أحد سواه، الملك التـام والكامل لكل ما فى السموات ولكل مـا فى الأرض، ولكل كـائن فى هذه الدنيـا سـواء أكـان انسانًا أم حـيـوانًا أم جماداً، أم غير ذلك وهو سبحانه على كل شىء قدير.

ومع أن هذه الآية الكريمة قد صـرَّحت بأن هذا الكون بكل من فيه وما فـيه ملك له ـ تعالى ـ إلا أنه ـ سبحانه ـ قد أباح أن نتصـرف فيما يملكه بالطريقـة التى ترضيه، ولا شك أن فضـيلة الإيثار والجـود والكرم والتضـحية من أجل مـساعدة مـن يهمنى إنقاذه مما هو فـيه من مـرض أليم، لا شك أن هذا الإيثار وتلك التـضحـية على رأس الفـضائل التى ترضى الخـالق ـ عز وجل ـ ويرتاح لهـا أصحـاب العقـول السليـمة، وأصحـاب المشاعـر النقيـة، وأصحـاب القلوب العامـرة بالإيمان.وبالمروءة السامـية، وبالهمة العالية.

ولا يقال ـ أيضـًا ـ إننا لو فتـحنا هذا الباب وأبحنا التـبرع لحصل كـذا وكذا من المتاجرة بأعضـاء بدن الإنسان ومن وجود قتلة متربصين، ومن وجـود أطباء غير أمناء ومن وجود ما يهدر الكرامة الإنسانية.

لأننا نقول فى الرد على من يقول ذلك: إن الخير والشر موجودان فى الناس منذ

أن أوجد الله ـ تعالى ـ هذه الدنيا إلى أن تقوم الساعة، ووظيفته أولى الأمر فى الدولة بصفة خاصة، وكل فرد بالغ عاقل فيها بصفة عامة العمل على شيوع الخير والحق والعدل فى المجتمع، والعمل على إزالة الشر والباطل والظلم من المجتمع.

وليس معنى وجود طائفة منحرفة فى أى وزارة من الوزارات أو فى أى مؤسسة من المؤسسات أن نغلق هذه الوزارة أو تلك المؤسسة، وأما الواجب على كل مسئول فى الدولة أن يحاسب المنحرف، وأن يعاقب المجرم، وأن ينفذ بكل دقة وشجاعة ما تقضى به الشرائع والقوانين من عقوبات لكل معتد أثيم.

٤ـ وكما أن شريعة الإسلام قد كرمت بدن الإنسان فى حياته، فقد كرمته، أيضًا بعد مماته، بدليل أنها نهت عن ابتذاله أو تشويهه، أو الاعتداء عليه بأى لون من ألوان الاعتداء.

ومن مظاهر ذلك أنها أمرت ـ بعد موته ـ بتغسيله، وتكفينه، والصلاة عليه، والدعاء له، ودفنه بكل خشوع، ولقد كان من هدى النبى ﷺ أنه بعد الانتهاء من الغزو، لا يترك جسد إنسان يلقى على الأرض دون دفن، وإنما كان يأمر بدفنه سواء أكان هذا الجسد لمسلم أو لغير مسلم.

وقد حدث فى غزوة «بدر» أن أمر بدفن المشركين، كما أمر بدفن شهداء المسلمين، وقال فى حديثه الشريف: «كسر عظم الميت ككسره حيًا» أى أن عقوبة من يعتدى على جسد الميت، كعقوبة من يعتدى على جسد الإنسان حال حياته.

٥ـ وتعريف الموت شرعًا، مفارقة الإنسان للحياة مفارقة تامة، بحيث تتوقف كل الأعضاء بعد مفارقة الحياة توقفًا تامًا عن أداء وظائفها.

والذى يحكم بأن فلانًا قد فارق الحياة مفارقة تامة، هم السادة الأطباء الثقاة المتخصصون فى هذا الشأن دون سواهم.

ولم نسمع بأن أهل الميت قد ذهبوا إلى دار الإفتاء أو إلى مشيخة الأزهر ـ مثلاً ـ لأخذ شهادة منهما بأن فلانًا قد فارق الحياة، وإنما الذى نراه ونسمعه هو أن أهل الميت يذهبون إلى مكاتب الصحة ليأخذوا تلك الشهادة من الطبيب المختص.

فإذا ما تمت هذه المفارقة التامة للحياة بالنسبة للإنسان، وأقر بذلك الطبيب الثقة المختص، فإنه فى هذه الحالة ـ وفى أقصى حالات الضرورة يجوز نقل عضو من

أعضاء جسد الميت إلى جسد إنسان حى، إذا كان هذا الإنسان الميت قد أوصى بذلك قبل وفاته، أو شهد بذلك ورثته، وإذا لم تكن هناك وصية ولا شهادة من الورثة ففى هذه الحالة يكون الإذن من السلطة المختصة.

وفى جميع الأحوال يجب أن يكون الإذن بنقل عضو من أعضاء الميت إلى أحد الأحياء دون أى مقابل مادى، كما يجب ـ أيضًا ـ أن يكون العضو المنقول لا يؤدى إلى اختلاط الأنساب أو إلى تشويه جسد الميت تشويهًا يتنافى مع الكرامة الإنسانية.

وفوق كل ذلك يجب أن يقرر الطبيب الثقة المتخصص أن هذا النقل لعضو من أعضاء الإنسان الميت الإنسان الحى، يؤدى هذا النقل إلى منفعة هذا الإنسان الحى منفعة ضرورية لا يوجد بديل عنها.

والذى يقرر منفعة العضو المنقول من الميت إلى الحى هم السادة الأطباء المتخصصون لأنهم هم سادة الموقف فى مثل هذه الحالات، وهم المسئولون مسئولية تامة عن تصرفاتهم.

وإنما قلنا بجواز نقل بعض أعضاء الشخص الميت إلى الشخص الحى بالضوابط السابقة، بناء على القاعدة الفقهية المشهورة التى تقول : إن الضرر الأشد يُزال بالضرر الأخف.

والضرر الأشد هنا يتمثل فى بقاء الإنسان الحى عرضة للمرض الشديد، وللهلاك المتوقع، والضرر الأخف يتمثل فى أخذ شىء من إنسان ميت لعلاج إنسان حى فى حاجة شديدة إلى هذا الأخذ.

ويختم «فضيلة الإمام» حديثه بتوضيح أن ما ذكره من رأى قد قالته الأغلبية من المجامع الفقهية المحترمة، فى كثير من الدول كالمملكة العربية السعودية، والمملكة الأردنية الهاشمية، مجمع البحوث الإسلامية بمصر، ودار الإفتاء المصرية، ولجنة الفتوى بالأزهر، وغير ذلك من الجهات العلمية المتخصصة التى يضيق المجال عن ذكرها.. ويرجو فضيلته أن يصدر فى أقرب وقت القانون الذى ينظم هذه المسائل تنظيمًا واضحًا حكيمًا.

ثانيًا:

رأى فضيلة الإمام شيخ الأزهر فى مسألة «أخذ القرنية من الموتى فى المستشفيات»:

وفى يونيو من عام ٢٠٠١م صدر تأكيد من د. محمد سيد طنطاوى «شيخ الأزهر» بجواز أخذ القرنية من الموتى فى المستشفيات التى يحددها وزير الصحة فى حالة الضرورة العلاجية، ما دام الشخص الذى تؤخذ منه القرنية بعد وفاته عنده العلم بالقانون الذى يبيح ذلك، ويعطيه الحق فى تسجيل رفضه هذا الأخذ مع احترام هذا الرفض. وقال شيخ الأزهر ردًا على خطاب وزير الصحة بإبداء الرأى فى مشروع بتعديل بعض أحكام القرار، بالقانون رقم ١٠٣ لسنة ١٩٦٢م فى شأن إعادة تنظيم بنوك العيون: إننى أرى أن هذا الأخذ الذى لا يوجد معه تشويه لوجه الميت هو من باب الصدقة الجارية، لأن ما أُخذ من هذا الميت سيوضع فى عين إنسان آخر هو فى أشد حالات الضرورة لهذه القرنية دون مقابل، ولا توجد صدقة جارية لهذا الميت لها مثوبة عند الله سبحانه وتعالى أفضل من ذلك.

هـ رأى أستاذ «سعيد عبد الخالق»:

وهو من أشد المهتمين بقضية نقل وزرع الأعضاء وكانت له آراء تم نشرها تباعًا وسبق وذكرنا الدراسة التى قدمها الدكتور «صفوت»:

ونذكر من هذه الآراء ما يلى: (مما نُشِر فى مقالته بالأهرام بتاريخ ٢٨/ ٧/ ٢٠٠١م):

« .. إننا أمام أخطر قضية تواجه مصر إنها قضية منح تراخيص بالقتل أو تقنين لجريمة قتل!!. إن المراجع العالمية لنقل الأعضاء تعترف باختلاف أُكذوبة ما يسمى بمفهوم موت المخ منذ ثلاثين عامًا عندما بدأت عملية زراعة الأعضاء الآدمية الحيوية مثل القلب والكبد والرئتين . . اختلقوا هذه الأكذوبة لحماية الأطباء من المساءلة الجنائية عند انتزاع الأعضاء من مُصابى الحوادث ومرضى الغيبوبة العميقة الأحياء. إن مريض ما يُسمى بموت المخ هو حى فعلاً».

٦- رأى أحد المهتمين بقضية نقل وزرع الأعضاء:

وهو أستاذ «طارق البرديسى» (مذيع بإذاعة القاهرة الكبرى).

وهذا رأيه من جريدة الجمهورية فى ١٣ يناير عام ٢٠٠١ تحت عنوان «تأشيرة طبية للعالم الآخر» والذى يبدأ مقالته بتعريف الوفاة الطبية والموت المدنى فى لغة القانون، فيقول:

نعرف فى لغة القانون أن هناك وفاة طبيعية وموتًا مدنيًا، والوفاة الطبيعية تتحقق بتوقف القلب وذهاب سخونة الحياة وظهور برودة الموت وبداية الجسم فى التحلل أما الموت المدنى فمعناه، أن هناك مفقوداً مضى على فقدانه مدة أربع سنوات فحكم القاضى بموته حتى تترتب الآثار القانونية، فتعتد زوجته وتبدأ إجراءات إعلان الوراثة إلى غير ذلك من آثار قانونية.

أما فى عالم الطب فكنا نعرف أن المريض إما أن يُشفى أو أن تتفاقم حالته حتى يحصل على تأشيرة للعالم الآخر، أى أن الوضع لا يتعدى أحد أمرين إما حياة أو موت، بيد أن التطور أفرز حالة ثالثة لم تكن موجودة من ذى قبل وهى أن المريض قد لا يموت كلية ولكن قد يموت جذع مخه وهو الموت الإكلينيكى فيبادر الأطباء بنقل أجزاء جسمه النابضة بالحياة إلى مرضى آخرين.

وفى الواقع لقد شاهدت حلقة من برنامج بدون رقابة وهى تحديداً حلقة يوم السبت الموافق ٣٠/ ١٢/ ٢٠٠٠ استضافت فريقين فريق يقف ضد نقل الأعضاء ويرى فى تقنينه شراً مستطيراً وفريق آخر يتزعمه أ.د. حمدى السيد نقيب أطباء مصر يعتبر المعيار أو الضابط الذى يفرق بين الحياة والموت هو موت جذع المخ الذى يعنى مفارقة الحياة بلا رجعة ، وأنه إذا نزعنا الأجهزة عن المريض الذى مات جذع مخه فلم يستطع التنفس، فإن هذا معناه الموت المحقق وبدأ تقطيع أوصال المريض أو «الجثة» ونقل تلك الأجزاء أو القطع البشرية لمحتاجيها.

والعمل الطبى هو نشاط يتفق فى كيفيته مع القواعد المقررة فى علم الطب ويتجه فى ذاته إلى شفاء المريض وليس إلى تقطيع أوصاله وأجزائه والأصل فى العمل الطبى أن يكون علاجيًا، أى يستهدف التخليص من مرض أو تخفيف حدته أو مجرد تخفيف آلامه.

وعندما يقوم القانون بالاعتـرف بمهنة الطب وترخيص مزاولة المهنة فإنه لا يفعل ذلك إلا لعلة محددة وهى أن الأعمال الطبية وإن كانت تمس سلامة الجسم مـاديًا إلا أنها لا تمس مصلحـته فى أن تُصان له سلامته وأن يسـير سيرًا عاديًا طبيـعياً أى أنه إذا انتفت العلة فلا مجال لإباحة العمل الطبى.. هذا من جهة قانونية، ومن جهة ثانية لقد ذكر أ.د حمدى السيد نقيب أطباء مـصر أن الضابط والمعيار هو أن يقوم الطبيب بنزع الأجهزة عن المريض الذى مات جـذع مخه فإذا توقف التنفس فقد تحـققت الوفاة أما إذا شهق المريض فهذا معناه أنه ما زال على قيد الحياة.

وفى اعتقـادى أن هذا القول يناقض نفسه، ذلك أنه إذا كـانت هناك أمور أخرى يجب اتباعهـا بعد موت جذع المخ، فـهذا معناه ببساطة أن مـوت جذع المخ ليس هو المناط أو الضابط فى الحـكم على حياة المريض من مماته فـالمعيار يلـزم أن يكون بسيطًا وواضحاً سهل التطبيق.

ومن جهـة ثالثة: إن الطبـيب كان دائمًا أبدًا يتمنى الحـياة لمريضه ولـكن بعد أن استجـدت هذه الحالة هل ستظل المشاعر الإنسـانية للطبيب كما هى أم أنه سـتضحى مشاعر إكلينيكية تتمنى الموت للمريض؟!

٧ـ رأى النائبين محمد خليل قويطة ود. هدى رزقانة:

وفى عام ٢٠٠١م يُذكر أنه قـد حدثت بعض المفارقات بخصوص قـانون التقدم بقانـون تنظيم نقل وزراعة الأعـضاء البـشرية فى مـجلس الشعب. ويطالب النـائبان قويطة والدكـتورة هدى رزقانة بتجريم انتـزاع الأعضاء من مرضى الغـيبوبة العمـيقة وأن يكون النقل بناء على وصـية مكتـوبة قبل الوفـاة بالموافقـة على التبرع ويـطالبان بتجـريم نقل الأعضاء من المتوفين مـجهولى الشخـصية حتى لا يتم تجـهيل شخـصية المتوفين عـمدًا. وهذا متوقع أن يحـدث فى وفيات الحـوادث أو المصابين فيهـا. وكان د.فتحى سرور قد قرر فى هذا الوقت حضور جميع اجتماعات اللجنة التى ستبدأ من ١١ يونيو ٢٠٠١م (الموافق الاثنين) والانتهاء منها لمناقـشة القانون من حيث المبدأ قبل ٣٠ يونيو ٢٠٠١م.

وقبل أن ننهى معك عزيزنا القارئ هذه الجولة .. نود أن نسرد عليك واقعتين ليستا فى صف عمليات نقل وزراعة الأعضاء.

أما الواقعة الأولى:

فهى واقعة تناولتها وسائل الإعلام منذ ما يزيد عن ١٥ عامًا وهى عن سيدة يابانية دخلت المستشفى لوضع طفلتها ثم دخلت بعد الولادة فى حالة غيبوبة عميقة.. ظلت بها لمدة حوالى (٢٠) عامًا لتفيق من غيبوبتها وترى طفلتها عروسًا شابة.

أما الواقعة الثانية... فهى تعبر عن تلك المخاوف التى تنتاب الأطباء والباحثين من احتمال نقل أمراض خطيرة مثل الإيدز إلى متلقى الأعضاء ويعبر عنها د.«والترتروت إندرسون» فى كتابه عصر الجينات والإلكترونيات ترجمة د. أحمد مستجير ـ ويذكر هنا هذه الحادثة الحقيقية وهى عن رجل مات برصاصة عام ١٩٨٥م ثم أخذ منه ٦١ عضواً ورقعة نسيج . محلّل دم هذا الواهب مرتين للكشف عن الأمراض المعدية وكانت نتيجة الاختبار فى كلتا المرتين سلبية، وبعد بضع سنين استخدم بنك الأنسجة طرقًا أكثر دقة فاكتشفت أن دم الواهب إيجابى لفيروس الإيدز. تمكنوا من الوصول إلى (٣٤) مريضًا (من بين ما يزيد على ٤٠) ممن زُرعت بهم أعضاء هذا الرجل الواهب وأنسجته. كان منهم سبعة مصابون بالإيدز وكان منهم ٣ قد توفوا.

ولعلك عزيزنا القارئ تستشف من كل الآراء السابقة أن الدين لا يمنع ما فيه منفعة للبشر وأن الكُرة فى ملعب ضمائر رجال الطب، ومن خلال فتوى رجال الطب الخالصة لوجه الله تعالى فى مسألة «موت جذع المخ» ومرضى الغيبوبة العميقة.. وهل هم مرضى على قيد الحياة يستحقون أقصى عناية ليستردوا وعيهم وصحتهم ويستكملوا حياتهم. أم موتى يتم تقطيع أجزاء جسمهم حسب الطلب؟!

نأمل فى حسم قريب لهذه القضية بعيداً عن التطبيق السريع لكل ما يقوم به الغرب .. فهم ليسوا دائمًا على صواب.. ونحن لدينا من العقول ما يفوقهم. أيضًا هناك حلول بديلة مُشرقة تنتظر أن تتجه لها الأبحاث لتنال حظها.. ومع بعض هذه الحلول نلتقى فى الجولة الخامسة .. فمعنا.

الجولة الخامسة:

جولة مع جهود العلماء منذ الأربعينيات للتوصل لأعضاء وأجهزة وأنسجة بديلة (لنقل الأعضاء من شخص لآخر):

رغم ما يُبذل من جهد بغرض الارتفاع بنسب نجاح عمليات نقل وزراعة الأعضاء من الواهب (سواء شخص متوفى أو حي) إلى المريض. [والأمل أن تصل فى يوم ما إلى كل المرضى]. ولتوفير الأعضاء لكل المرضى حتى يتم شفاؤهم وممارسة حياتهم بصورة طبيعية؛ إلا أننا نجد فى المقابل جهوداً وأبحاثًا متواصلة لا تكل من قِبل الباحثين والأطباء فى كل زمان ومكان للتوصل لأعضاء وأجهزة وأنسجة بطرق بديلة، لتوفيرها للمرضى المحتاجين لنقل أعضاء وأنسجة.

وسنلاحظ من خلال عرضنا للتطبيقات المختلفة بهذه الجولة ذلك التباين فيما تم إنجازه لإنتاج أعضاء وأنسجة بديلة فى الأربعينات عنها فى السبعينات، وعنها فى الثمانينات، واختلاف كل ما سبق عما يتم إنجازه الآن فى ظل ما نعيشه من ثورة علمية هائلة فى مجالات البيوتكنولوچيا والتى منها: تقنيات الهندسة الوراثية وما تتيحه من إنتاج حيوانات مُهندسة وراثيًا تصلح أعضاؤها كقطع غيار!!، وتقنية الاستنساخ والخلايا الجذعية وهندسة الخلايا والعلاج بالچينات وجميعها تُعنى بإصلاح الأعضاء والأنسجة التالفة أو تقديم البديل الملائم... بل وهناك من الباحثين من ابتكر أعضاء وأنسجة صناعية مثل العظام، والأسنان والقلوب يدخل فى تركيبها السيلكون والبلاتين. واللدائن والدوائر الإلكترونية، ... إلخ ومستفيداً بتكنولوچيات حديثة مثل تكنولوچيا المعلومات والاتصالات، والمواد الذكية والتكنولوچيا الثانوية (النانوتكنولوچى) وغيرها. والتى تتفاعل جميعها لتثمر أعضاء وأنسجة بديلة مطلوبة مع كل ما سبق وغيره نستكمل اللقاء من خلال عرضنا لبعض التطبيقات بهذه الجولة؛ والتى هى قليل جداً من كثير.. فمعنا.

التطبيق الأول: العالم «وليام كولف» وإنتاج أجهزة الفشل الكلوى فى الأربعينات:

بالرجوع بالزمن للوراء والبحث عن بعض الجهود المبذولة من قِبل العلماء

لإنتاج أجهزة وأعضاء بديلة ونجد العالم والطبيب المشهور (وليم كولف) وقصته مع ابتكار الكلى الصناعيـة والتى تعود بداياتها لعام ١٩٤٠م حيث كان فى ذلك الوقت شديد الحزن على وفاة شاب مريض بالفشل الكلوى وكان عمره [٢١] سنة. وكانت هذه الفترة فى بداية دخول الألمان إلى هولندا.. وشجع حاجة الجرحى للدم نتيجة إطلاق النار المتواصل عليهم والحرب المستمرة على تأسيس أول بنك للدم فى أوروبا ليتمكن الأطباء من القيام بواجبهم لإسعاف المرضى والجرحى واستفاد «وليم كولف» من خبرته فى معالجة الدم خارج الجسم، وتجاربه لإزالة الشوائب من الدم؛ وقام بعمل تجربته.. حيث قام بوضع قليل من الدم داخل أنبوب من مادة معينة ثم غمرها فى أحد الأحواض.. وهذا الحوض يحتوى على محلول ملحى .. ولأن مادة الأنبوبة من قشر الأمعاء فلقد استطاعت الشوائب الموجودة بالدم الخروج عبر المسام إلى المحلول الملحى، وبعد فترة من الزمن استمرت ٢/١ ساعة من المراقبة تم النجاح للفكرة، حيث أصبح الدم نظيفًا من الشوائب التى تسربت للخارج.

قام العالم بتطوير الفكرة وبعد جهد قام فى عام ١٩٤٤م بعمل جهاز كلية صناعية لاستخلاص مادة البولينا من دم المرضى المصابين بالفشل الكلوى، وفى هذه المرة ثبّت أنابيب من السلوفان حول أُسطوانة شبيهة بطبل أُسطوانى لتدور فى الحوض الحاوى للمحلول الملحى ويتصل الجهاز بدم مريض الفشل الكلوى بواسطة خراطيم من نوع خاص لتوصل بالأنابيب التى تدور بفعل دوران الأُسطوانة فتعبر الشوائب [البولينا] للجهة الأخرى بواسطة خروجها من غشاء السلوفان [غشاء شبه مُنفذ ومشبه وظيفيًا لقشر الأمعاء] فيصبح دم المريض نقيًا بعد فترة من الزمن ليعود دفعه مرة أخرى إلى الدورة الدموية للمريض بما يسمى بعملية الديلزة «الغسيل الكلوى»، ويُذكر أنه كان قد تم تطوير الجهاز الذى عالج إحدى السيدات والتى كانت على وشك الوفاة سنة ١٩٤٥م وتم إنقاذها وواصلت الحياة، وبعد انتهاء الحرب أعطى «كولف» اختراعه لعدة دول. وقام فى عام ١٩٤٥م بالتعاون مع إحدى الشركات الأمريكية وتسمى «ترافينول» بتصنيع وتطوير فكرته بجهاز يسمى باسم «الكلى الصناعية» التى اكتسبت شهرة عالمية واسعة فى العلاج.

وليام كولف وابتكار القلب الصناعى وعين صناعية:

استمر عطاء هذا العالم فى مجالات أخرى ومنها مجال القلب الصناعى باستعمال فكرة الهواء المضغوط وفى عام ١٩٧٩م تم إجراء التجربة وزرع قلب بلاستيكى لحيوان العجل «ابن البقرة» ونجحت التجربة وعاش هذا العجل بالقلب البلاستيكى ٢٢١ يومًا سمن خلالها وازداد حجمه بالنسبة لجهاز القلب الصناعى الذى يستخدمه .. فمات العجل!! وكان السبق للجراح (كولى) فى هيوستن أول من زرع قلباً بلاستيكياً لإنسان بقى على قيد الحياة ٥٤ ساعة بمناسبة الحديث عن العالم وليام كولف نذكر أيضًا أنه كان لهذا العالم الفضل فى اختراع عين صناعية.

التطبيق الثانى:

تطور التجارب والأبحاث لنقل الأعضاء من الحيوان للإنسان أو لإنتاج أجهزة وأعضاء وأنسجة صناعية من الخمسينات للآن

كثيراً ما كان هناك العديد من العمليات التى تُنقل فيها قلوب من حيوان لإنسان، أو قلوب صناعية ومعها نجد أيضًا الكثير من الأبحاث التى تؤدى لتحسن أدائها وتطورها.. أيضًا تم إنتاج مواد صناعية عديدة تدخل فى تكوين أعضاء وأنسجة بديلة كثيرة ، وفيما يلى نبذة عن ذلك

١ـ حدث تطور سريع ومتلاحق فى نوعية المواد المستخدمة لتحسين أداء الأعضاء الصناعية لتفى باحتياجات جسم الشخص المريض بعد زراعتها ورُوعى فيها ألاَّ يرفضها الجسم لحد كبير... وذلك بالمقارنة بفترة الخمسينات والستينات ... ومنها التوصل لصناعة مواد غير دوائية لإدخالها فى أنظمة لتدعيم وظائف أنسجة الجسم وهى خامات حيوية (Biomaterials) تم استخدامها فى القلوب الصناعية، الصمامات، الأوردة، الأربطة، بدائل الدم، الأسنان، العدسات، العظام، ... إلخ ولديها القدرة على تكوين روابط كيميائية مع الأنسجة الحية المجاورة بالجسم فتمكن الأجزاء المزروعة من التثبيت وبعضها يتحلل بعد فترة فى الجسم بعدما ينتهى دورها المزروعة من أجله دون مشاكل.

ويحضرنا هنا أن نذكر أهمية استخدام السيلكون بتعديل خاص ليقاوم التصاق الدهون والبروتينات فى البلازما.

٢ـ تم إنتاج الكثير من المواد الصناعية والتى يدخل فى تركيبها مادة رئيسية هى مادة الـ «بولى يوريثان». وهكذا تحل مادة أكثر توافقًا محل مادة أخرى كلما زاد التطور وذلك بفضل الأبحاث والدراسات العديدة والمستمرة.

٣ـ وفى مجال صمامات القلب الصناعية وإنتاج القلوب الصناعية نذكر:

فى الخمسينات؛ نجد صمامات ميكانيكية مصممة من الصلب الذى لا يصدأ، ثم تطورت ليتم تصميمها باستخدام مادة من المطاط السليكونى. وفى أواخر الستينات تم استخدام بدائل من مواد حيوية محوّرة وراثياً فى التصميم، ويحضرنا هنا ذكر جهود الفريق العلمى بجامعة «ليفربول» والذين اجتازوا خطوة هامة فى تطوير آلية صمامات القلب.

حتى فى مجال السكتة الدماغية والتى تؤدى لتوقف الدم الذى يصل إلى الدماغ ويؤدى لتلف جزئى أو كامل لخلايا المخ، أمكن إنتاج سوائل معينة تمد المخ بالغذاء والأكسجين حتى يتمكن الدم من العودة والوصول للدماغ. وبالنسبة لإنتاج الدم الصناعى.. نجد حدوث تطورات كبيرة منها: التوصل لمواد يمكنها حمل الأكسجين بمقدرة تفوق مقدرة الهيموجلوبين نفسه .. وباستمرار الجهود المبذولة فى هذا المجال أصبحنا نسمع عن الجديد ومنه تجارب وأبحاث لإنتاج نباتات وحيوانات مُهندسة وراثيًا لتنتج فى أجسامها دماء بشرية يمكن استخلاصها والاستفادة منها فيما بعد.. وأيضاً عن إنتاج دماء فى صورة جافة (بودر) ليمكن الاستفادة منها فيما بعد.

إنتاج القلب الصناعى فى عام ١٩٧٠ وفى عام ٢٠٠١م

ـ فى عام ١٩٧٠م كان تصميم أول قلب صناعى والذى صممه المعهد الأمريكى للقلب وذلك ليحل محل القلوب المريضة وليضخ الدم بمعدل ٤٢ مليون نبضة فى السنة.

ـ ولكى تدرك عزيزى القارئ مدى التطور الحادث فى هذا المجال نذكر لك على سبيل المثال ما تم إنجازه فى عام ٢٠٠١م.. حيث أُعلن فى شهر مارس من هذا

العام عن نجاح مجموعة من الأطباء فى مستشفى (سان چيوفانى) بمدينة «تورينو الشمالية» بإيقاف قلب مريضة واستخدام قلب صناعى خارج الجسم لإجراء عملية جراحية فى المخ استغرقت ١٨ ساعة؛ وكان ذلك لمريضة تبلغ من العمر (٥٣) عاماً ومصابة بانسداد فى أحد شرايين المخ نتيجة تضخمه بشكل كبير.. ويذكر د. ريكاردو بيغى لاكوا» رئيس قسم القلب بالمستشفى أن الجانب الأكثر تعقيداً فى العملية قد قام به جراحو القلب الذين قاموا بتوصيل الدورة الدموية بجهاز خارجى ثم قاموا بتبريد درجة حرارة الجسم إلى أقل من ١٨ درجة مئوية وبعدها بدأ جراحو المخ والأعصاب فى العمل من خلال فتح الجمجمة وإزالة الجلطة وخياطة الشريان المصاب.

ـ ويُذكر أن أكثر أنواع القلوب الصناعية البلاستيكية استعمالاً فى أيامنا هذه هو نوع [جارفيك ٧] الذى بدأ استعماله عام ١٩٨٥م، وهو مضخة نابضة تعمل بالضغط الهوائى، وهو مكوَّن من تجويفين يمثلان البطين الأيسر والبطين الأيمن ويُزرع مكان القلب المعتل، فيتم وصل التجويفين على الأذينين والأوعية الدموية «الأبهر والشريان الرئوى» ويوصل هذا القلب بالجهاز المحرك أو المشغل له من خلال أسلاك تخرج من الصدر، وتكون بطول ١٥٠ سم إلى ٢٠٠سم، أى حوالى المترين. وهو يجعل المريض محدد الحركة بهذه المسافة ورغم المميزات فهناك مضاعفات تحدث للمريض بعد عملية زرع القلب البلاستيكى، وفكر الباحثون فى زرع القلب البلاستيكى للإنسان، والذى يعمل على (البطارية) بحمله المريض معه ويُذكر أن هذه الطرق مؤقتة لحين وجود قلب إنسان مناسب كى يتم زراعته.

٦ـ زرع شريحة سليكون مجهرية تحت شبكة العين فى عام ٢٠٠٠م:

يُعد زرع هذه الشريحة دليلاً على مدى ما تم من تطور فى هذا المجال حيث نجح العلماء الأمريكيون من مركز شيكاغو الطبى، فى يوليو من عام ٢٠٠٠م ولأول مرة فى إجراء عملية زرع لشبكية السليكون الصناعية فى عيون ثلاثة مرضى فقدوا البصر بشكل كلىٍّ تقريباً، بعد إصابتهم بالتهاب الشبكية الاصطباغى. وهى حالة وراثية تصيب الشبكية بالضمور التدريجى، وأشاروا إلى أن الدلائل الأولية تبين أن الشريحة وهى أصغر من رأس الدبوس، لم تطردها العين.

٧- زراعة قلب صناعي ميكانيكي بمريض في عام ٢٠٠١:

في يوليو من عام ٢٠٠١م أعلن عن تمكن فريق طبي يعمل بمستشفى «لويز فيل» الأمريكي من إجراء عملية تعد الأولى من نوعها في العالم وهي زراعة قلب صناعي ميكانيكي داخل صدر مريض... في عملية استمرت ٧ ساعات، وتم إجراؤها بعد أبحاث دامت عشرين عامًا لتطوير قلب صناعي ميكانيكي يمكن زراعته داخل الصدر، وهو يعمل بالبطارية وفي حجم الكرة الصغيرة، ولا يحتاج إلى أسلاك أو أنابيب من خارج الجسم.

التطبيق الثالث:

الاستفادة من الحيوان في عمليات نقل وزراعة الأعضاء

تمهيد:

حيث دفعت المشاكل العديدة التي يلاقيها الأطباء نتيجة نقل وزرع الأعضاء من الواهب (سواء كان ميتًا أو حيًا) إلى المريض؛ والتي منها الشك في موته حقاً وأنه يتم التعجيل بموته للإسراع بنقل الأعضاء منه... وهذا معناه قتل النفس التي حرم الله قتلها .. أيضًا المشاكل التي يلاقيها العضو المزروع من جهاز المناعة الخاص بالمريض المنقول إليه ... ولقد سبق وتناولنا هذه الأمور في الجولات السابقة.

- أضف إلى ذلك كثرة أعداد المرضى ولا تكفي الأعضاء والأنسجة التي يتم الحصول عليها لتلبية احتياجاتهم .. لهذا كله كان هناك توجه منذ زمن للاستفادة من عالم الحيوانات وسمعنا عن تزايد العمليات الجراحية التي يتم فيها نقل أعضاء وأنسجة من الحيوان للإنسان ومنها:

١- كانت هناك تجارب وأبحاث على عملية زرع القلب في الستينات في القرن الماضي؛ فكانت هناك محاولة بتاريخ ٢٣/ ٢/ ١٩٦٤م حيث فشل الجراح «هاردي» في محاولته زرع قلب شمبانزي لإنسان استؤصل قلبه المعتل.

٢- تبعه كولي في عام ١٩٦٨م حيث حاول زرع قلب خروف لإنسان إلا أن هذه المحاولات باءت بالفشل كلها، وذلك لرفض الجسم المفاجئ لها والسريع «الرفض فوق الحاد» وذلك بعد ساعات من انتهاء العملية وتسمى هذه الحالة باستحالة القبول البيولوجي. أيضا تم الاستفادة من أجزاء أخرى بالحيوان ونذكر

منهـا: صـمـامـات القلب والمأخـوذة من الأبقـار، والجلود من الأغنام والأبـقـار لاستخدامها فى حروق الجلد .. وغيرها من الأعضاء والأنسجة المختلفة.

لكن كما سبق وذكرنا مع ظهور مشاكل رفض جهاز المناعة للأعضاء المنقولة من الحيـوان والتى تصل لوفاة الشخص المنقول له العضو رغم الجهود المبذولة لحمايته... أدى الأمر إلى إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات والاستفادة من أحدث التقنيات المتاحة للقضاء على مثل هذه العقبات.. وكان أن تمّ الاستفادة من الهندسة الوراثية بعد ظهورها فى مجال نقل وزراعة الأعضاء وذلك بإنتاج حيوانات مهندسة وراثيًا تم تعديل محتواها الوراثى وهى لا زالت (نطفة مخصبة) وإضافة چينات بشرية لها ثم زرعها برحم أمهاتها وبعد الولادة يصبح لدينا حيوانات مهندسة وراثيًا بچينات بشرية تمثل مصانع أو قطع غيار نأخذ منها الأعضاء والأنسجة المطلوبة لزرعها بالمرضى المحتاجين إليها.

- أيضًا ظهر لدينا أسلوب العلاج الچينى للاستفادة منها لإصلاح التلف بالأعضاء والأنسجة المختلفة... وفيما يلى بعض الأمثلة الموضِّحة لما سبق:

المثال الأول:

فى السوق الطبية الآن بالفعل بدائل للجلد، وفى الطريق بدائل أخرى والتى من بينها منتج يُصنع بأخذ خلايا أغلفة الأولاد الذكور بعد الختان، ليُضاف إليها كولاچين من الأبقار مُنَقًّى ثم يُستزرع المزيج الناتج فى بيئة غذائية.

المثال الثانى:

تم منذ عدة سنوات نقل قلب من قرد البابون لفتاة صغيرة لكن لم يكتب لها النجاح ، أيضًا تم نقل قلب من خنزير لأحد المرضى، وفى عام ١٩٩٩م تم الإعلان عن بشرى لمرضى تصلب الشرايين.. وهى توصل فريق من الأطباء الأمريكيين إلى إنتاج شرايين جديدة بواسطة زراعة خلايا أوعية للخنازير فى رحم حيوى منعزل ثم إعادة زراعتها فى الخنازير بحيث تظل نابضة بالحياة لعدة أسابيع.. مما يفتح باب الأمل فى علاج مرضى تصلب الشرايين والذى ينتشر على نطاق واسع خاصة بين الأطفال.

المثال الثالث:

الاستفادة من الحيوانات المهندسة وراثياً فى نقل وزراعة الأعضاء.

تُطالعنا وسائل الإعلام كل فترة عن نجاح الباحثين فى أماكن متفرقة بالعالم من الحصول على حيوانات مهندسة وراثيًا، تم هندستها خصيصاً لتصبح أجسامها مُعدَّة للاستفادة منها فى عمليات نقل وزرع الأعضاء، وذلك بعد إضافة چينات بشرية بها .. والهدف من ذلك هو للتغلب على مشاكل رفض جهاز المناعة الخاص بالمريض للعضو أو النسيج المزروع .. ومن بين هذه الأمثلة:

ـ نذكر ما تم منذ سنوات من الإعلان عن حصول العلماء على ٨٠ ألف حيوان بينى الصفات الوراثية... ووضع چينات بشرية فى الأسماك والخنازير والأبقار بتكنيك الهندسة الوراثية لتصبح مُعدَّة وجاهزة لإمدادنا بقطع غيار لمن يحتاج إليها من المرضى كل على حسب حالته المرضية ... وبعضها ليتم الدراسة وإجراء التجارب عليه حيث ستكون أكثر مصداقية لمعرفة التأثيرات المختلفة للعقاقير وغيرها من المؤثرات بدلاً من إجرائها على البشر.

وسيكون لنا لقاء مع مزيد من التطبيقات المتعلقة بالحيوانات بينية الوراثة والاستفادة من أعضاء هذه الحيوانات فى كتابنا «تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجال الحيوان» بإذن الله.

ـ ويجدر بنا عزيزى القارئ أن نؤكد على مدى الدقة والرعاية الفائقة التى تلقاها هذه الحيوانات المعدَّلة وراثيًا وتحظى بها من قبل الشركات التى تتولى مثل هذه الأمور. فهى تنفق على رعايتها الكثير ويتم عمل فحوصات غاية فى الدقة على هذه الحيوانات منذ بداية تكوينها أى وهى ما زالت مجرد «لاقحة مخصبة» وأيضًا على أمهاتها للاطمئنان ولضمان عدم وجود أى أمراض بها من أى نوع .. أيضًا يتم الحصول على هذه الأجنة فى آخر شهور الحمل بعمليات قيصرية من الأم لضمان عدم تلوث الجنين والذى سيُشمل بالرعاية والتربية لحين أخذ الأعضاء منه وكل ذلك يتم فى بيئة وظروف مُعقمة .. حتى إنه يُمنع عنها الرضاعة خوفًا من نقل أى جراثيم إليها.

- مخاوف من نقل وزراعة أعضاء الحيوانات المهندسة وراثيًا:

- على الرغم من التأييد الكبير الذى تحظى به الحيوانات المهندسة وراثيًا للاستفادة منها لنقل وزراعة أعضاء منها والذى يزداد كل يوم وأن يتم فى المستقبل القريب مزيد من التوسعات المتعلقة بها لتعميم الاستفادة منها ... إلا أن هناك مخاوف جديرة بالأخذ فى الاعتبار... وهذه المخاوف تتردد على ألسنة المختصين وفى كتاباتهم .. ونذكر منها:

١- مخاوف من أن يؤدى تدخُّل الشركات الخاصة فى إنتاج هذه الحيوانات وانفاقها الملايين من الدولارات لإنتاج حيوان واحد بينى الوراثة بهدف الاستفادة من أعضائها سيجعل الأمور تُحسب من زاوية تجارية لتربح وتغطى التكاليف الباهظة التى أنفقتها... وأنها قد تتعجل لهذا الغرض دون إعطاء الفرصة لمزيد من الأبحاث والدراسات الجادة والدقيقة التى قد تُظهر عيبًا ما أو أى من المخاطر المختفية والتى لم تُلاحظ لتعجل الأمور.

٢- رغم صرامة الإجراءات ودقتها وكثرتها للحصول على حيوان مهندس وراثيًا خال من الأمراض ... إلا أنه لا يمكن الاطمئنان نهائيًا إلى أن هذا الحيوان نظيف وخالٍ من الأمراض بنسبة ١٠٠٪ . فالباحثون يخشون بعد نقل وزراعة العضو.. أن يتبين بعد فترة إصابته بميكروب أو فيروس جديد لم يكن فى الحسبان ولم تكن أحدث الاختبارات الوراثية (فى وقت تربية الحيوان ونقل العضو) قد اكتشفته .. ويشهد ويؤكد على صدق هذا الطبيب الذى أشرف على استنساخ النعجة دوللى إذ أصدر فى أحد تصريحاته اكتشاف أحد الفيروسات الكامنة والتى لم تكن معروفة بعد نقل وزراعة أعضاء من خنازير مهندسة وراثيًا للبشر وأعلن رغبته فى وقف تلك العمليات.

٣- أن عملية نقل وزراعة عضو من حيوان بينى الوراثة للإنسان هى نفسها عملية باهظة التكاليف ولن يتحملها معظم المرضى المحتاجين وحكوماتهم (لتوفرها لهم) ... لذا فالأمل هو فى إيجاد الحلول المناسبة لكل ما سبق وغيره من معوقات لضمان سلامة مثل هذه العمليات والبحث عن بدائل جديدة مساعدة تفتح باب

الأمل للمرضى الذين يتزايدون.

المثال الرابع: شرايين القلب بالهندسة الوراثية (العلاج الجينى):

فى أغسطس من عام ٢٠٠٠م أعلن باحثون أمريكيون أنهم تمكنوا من زيادة معدل تدفق الدم فى قلوب المرضى فى مرحلة متقدمة من المرض، عن طريق تنشيط عضلة القلب الخاملة بتنمية الشرايين... وقال د.«چيفري إسنر» [أستاذ الطب الباطنى بجامعة «تافتس»] . إنه وفريقاً من الباحثين قاموا بحقن قلوب المرضى بچين معين يعمل على تسريع نمو شرايين جديدة فى القلب وأنه تم إجراء تجارب أولية على ١٣ مريضًا يعانون الذبحة الصدرية، وأُجريت لهم عمليات توسيع للشرايين.

التطبيق الرابع: الاستفادة من هندسة الخلايا واستنساخها

Tissue Engineering and cloning:_

وتسمى استنبات الأنسجة Tissue Culturing ونذكر ممن قام بهذه الأبحاث باحثين من مدرسة «هارفارد للطب» وتمت أبحاثهم ـ فى ذلك الوقت ـ على استنبات خلايا من الجلد. وتعتمد تكنولوچيا هندسة الخلايا واستنساخها على أخذ خلية من العضو التالف؛ على أن يكون محتواها الچينومى سليماً .. ثم يتم معاملتها معملياً بطرق خاصة تسمح بتكاثرها (استنساخها) ووضع دعامات تتخذ شكل العضو أو النسيج المطلوب، وذلك لتنمو هذه الخلايا متخذة شكل العضو أو النسيج المطلوب. (تنمية عضو كامل من بعض خلايا) والباحثون متفائلون من أنه سيتم من خلال هذا التكنيك الحصول على عضو خلاياه مطابقة لخلايا المريض وبالتالى فلن يُواجه بتلك الحرب الضارية التى يعلنها جهاز المناعة على أى جسم أو عضو غريب.

مثال:

الإعلان عن قرب إنتاج قلب بشرى

أُعلن منذ فترة عن بَدْء الأبحاث الجادة مِن قبل فريق علمى كبير ـ لإنتاج أول قلب بشرى داخل المعمل بواسطة خلايا بشرية فى مشروع يستغرق «١٠» سنوات ويتكلف «٦» مليارات جنيه إسترلينى ، ويسمى هذا المشروع (هبة الحياة) وفى حالة

نجاح هذه الأبحاث فإن مرضى القلب سيصبح بإمكانهم الحصول على قلب من خلاياهم دون مخاوف من رفض الجسم للأعضاء المزروعة وسيكون لنا لقاء بإذن الله تعالى مع مزيد من الأمثلة والتطبيقات فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوچيا والاستنساخ) فانتظرونا.

التطبيق الخامس

تركيب ذراع ميكانيكية بتقنية «هندسة الأعصاب»

أعلن فى عام ٢٠٠٥م عن تمكن علماء أمريكيين بمعهد التأهيل فى شيكاغو من تركيب ذراع ميكانيكية لعامل أمريكى فقد ذراعيه من جراء صعق كهربائى والذراع الميكانيكية تعتمد على الهندسة الحيوية ويمكن أن يُتحكم فيها بأوامر مباشرة من المخ، وهذه التقنية الجديدة تسمى «هندسة الأعصاب» وهى تربط البشر بالآلات .. وقد تم قطع الأعصاب الأربعة الرئيسية التى كانت تمتد عبر ذراعى العامل ونقلها إلى عضلات صدره .. ونمت الأعصاب داخل العضلات مما سمح بتوجيه وتحريك الذراع عن طريق إشارات عصبية صادرة من المخ .. وأصبح العامل يقوم بخدمة نفسه ويمكنه الآن أن يرفع مرفقيه ويفتح يده ويغلقها ويديرها ويخفضها. أما ذراعه اليمنى فاستبدلت بذراع بديلة تقليدية. المعروف أن الهندسة الحيوية تهتم بدراسة وظائف الأحياء وخصائصها بهدف تصميم وتطوير أجهزة ميكانيكية وإلكترونية تؤدى نفس الوظائف.

الباب الثانى

جولات مع الطور الرابع من أطوار البيوتكنولوچيا
(طور الهندسة الوراثية)

قالوا:

١ـ «إننا نعيش فى زمن الهندسة الوراثية والچينات هى ساحتها، فكيف يكون العلاج الجسدى عبرها؟

د. «وجدى عبد الفتاح سواحل» [بشعبة بحوث الهندسة الوراثية والبيوتكنولوچيا] المركز القومى للبحوث.

٢ـ «ستمكننا الچينات مستقبلاً من إنتاج اللاعب حسب الطلب من حيث الطول وقوة البنيان ودرجة التحمل والمهارة، والمرونة فى التعامل واتخاذ القرار السريع، بما يعنى أن المبدأ القادم فى عالم الرياضة هو: اكتسب چينًا جديدًا تكتسب بطولات جديدة».

د.ج.ل سمارانس [باحث بالمشروع الأمريكى
المسمى الچينات والرياضة]
ولاية فلوريدا الأمريكية

٣ـ ويحضرنا أيضًا من قول د. «إدوارد ويلسون» وهو متخصص فى علم الأحياء بجامعة هارفارد فى عام ١٩٧٥م ـ قوله: ـ «إن الچينات تمسك بزمام الثقافة»

وفى كل يوم نكتشف فيه جزءًا من الچينات، نكتشف جزءًا وسرًا من أسرار الحياة».

الفصل الأول
نظرة شاملة لعالم الهندسة الوراثية

أولاً: التمهيد:

قوانين مندل ونشأة علم الوراثة الحديث

فعلى الرغم من أن عام ١٩٧٣م هو العام الذى تم فيه الإعلان عن ميلاد ذلك الإنجاز الثورى وهو ميلاد الهندسة الوراثية ـ كما سنرى بعد قليل ـ إلا أن بدايتها الحقيقية بدأت منذ زمن بعيد نتيجة للإنجازات العديدة والنتائج المبهرة التى سعى لتحقيقها الباحثون فى كل مكان وبمجالات وفروع علمية متعددة وبخاصة فى مجال علم الوراثة ـ ويعتبر معظم الباحثين أن عام ١٩٠٠م هو ذلك العام الذى تم الإعلان فيه عن نشأة علم الوراثة الحديثة Modern Genetics عندما أُعيد اكتشاف قوانين مندل. تُرى ماذا قدَّم مندل لتستحق قوانينه أن يُنسب لها هذا الدور البارز؟

مع مندل:

فى عام ١٩٦٥م وبعد خمسة عشر عامًا من الجهود الخارقة والعمل المتواصل نشر «جريجور مندل» Gregor Mendel نتائج تجاربه عن تهجيناته لأنواع مختلفة من بسلة الزهور Pisum sotivum فى بحث من خمس وخمسين صفحة، وكان قد عثر فى نباتات البسلة على أزواج متميزة من صفات بديلة.

حبوب ملساء وحبوب مجعدة، نباتات طويلة وأخرى قصيرة وهكذا، سبعة أزواج فى مجموعها ـ أزواج كانت تورث بصورة صريحة تماماً. وكان لمندل الفضل فى استنباط قانونى «الانعزال الوراثى» و«التوزيع الحر للعوامل الوراثية». كذلك استطاع مندل أن يصوغ مصطلحين «ما زالا» شائعى الاستخدام حتى الآن فى علوم الوراثة وهما: «الصفات السائدة» و«الصفات المتنحية». ويرى العلماء أن مندل اتبع أسلوباً فعالاً فى تحليل الظواهر البيولوجية لم يعرفها أحد من قبله ... وكان أول من استخدم الرياضيات والإحصاء فى علم البيولوجيا .. لم يلتفت أحد لأهمية نتائج

أبحاثه والتحقق منها إلا بعد نشره لهـا بثلاثة عقود ... مما أخَّر ثورته. ويرجع الفضل لملاحظات مندل لتأسيس علم الوراثة بعد إعادة اكتشافها.

كـان لقوانين مندل ولإنجـازات عـديدة تلت هذه القوانين (والـتى سنذكر منهـا الكثير ضمن جولات الفـصول القادمة) الفضل فى تطور مفهوم العلـماء للبيولوچيا الجزيئية، وبالتالى فى أن يصبح العالم ممهـدًا بعد اكتشاف بنية «الدنا الوراثى» فى عام ١٩٥٣م، إضافـة لاكتـشافات وابتكـارات هامة أعقبتـه فى الدخول لعالم الـهندسة الوراثية وميـلادها.. ونذكر منها: اكتشـاف «دور إنزيمات التحديد والوصل»، وطرق صبغ الكروموسومات، وتفاصيل عديدة عن تركيب وكيـفية نمو ومعيشة كائنات حية عـديدة كالـفيـروسـات والبكتـريا، وتركيب الـدنا الوراثى والاستـفـادة من ذلك ... وغيـرها الكثيـر والكثير... إلخ.. أدت جـميعـها لتوالـى إنجازات أخرى أشـد تأثيرًا وأدت لتوفيـر البنية التكنولوچية التحتية للاكتشافات الأحـدث منها وأدى أيضًا إلى الاستمرار فى التـوسع فى تطوير التقنيات المختلفة. مما سمح للعلمـاء والباحثين بعد عـام ١٩٧٠م للاندفاع بـقوة نحـو تطوير تقنيـات تسـمح بالتـدخل المباشـر فى بنيـة تتابعات الدنا ويـستخدمونها لقطع ولحام المادة الـوراثية لأحد الكائنات وتكوين چين جديد ويستخـدمونها أيضًا فى دراسة سلوك الإنسان على وجه الخـصوص ومختلف الكائنات بقدر المستطاع وأدى ذلك إلى إيجـاد طرق لتحريك قطع من المادة الوراثية، صغـيرة مُعـينة الهوية، من خليـة إلى أخرى قـد تكون كائنًا مخـتلفًا، ثم مـلاحظة ما تصنعه هذه الچينات المولجة، ولتـسهيل التحليل، كثيرًا مـا كان التحريك يتم من نوع لم يُعرف عنه الكثير إلى آخرَ مدروس جيدًا، عادة ما تكون بكتيريا.

الجولة الأولى:

جولة مع ميلاد تقنية الهندسة الوراثية وردود الأفعال المتباينة إزاءها

تمهيد للجولة:

بمجىء عام ١٩٧٣م ظهرت للوجود أول خلية بكتيرية مهندسة وراثيًا.. «خلية بكتيرية معوية» أُدخل فيها چين استخرج من ضفدعة... ها قد أدرك علماء البيولوچيا أنهم قد جمعوا عُدة عمل رائعة. أطلقوا عليها اسم تقنيات الدنا المطعم، وأطلق عليها الصحفيون والشركات الاستثمارية اسم «الهندسة الوراثية» Genetic Engineering تلك التقنية التى يمكن بها أن تُقص قطعة من دنا چينوم كائن ثم تولج فى آخر باستخدام مقص خاص للقطع وهو نوع من البروتينات يسمى إنزيمات التحديد، ثم تُوصل وتلصق الأجزاء المقطوعة بإنزيمات الليجيز.

ولقد انطلقت تجارب الباحثين منذ ذلك الوقت «باندفاع الصاروخ» لتبتكر كل ما هو جديد فى الدنا المطعَّم، إلا أنه صاحب ذلك ردود أفعال متباينة إزاء هذا المجال الجديد، بعضها مُشجع، والبعض يرفض «أو بمعنى آخر لم تكن على نفس قدر فضول العلماء»، ومعها نمضى بعض الوقت.

احتجاجات ومؤتمرات وتوصيات ملزمة:

فلقد أعقب ذلك أن ثارت موجة قلق جماهيرى من تلك التجارب (فى مجال الهندسة الوراثية) لم تقتصر على غير المتخصصين، فقد رأى العلماء أنفسهم أن من الأصوب التريث قبل الاندفاع إلى استغلال هذه التكنولوچيا الجديدة، ونادوا فى عام ١٩٧٤م بإيقاف كل نشاط فى الهندسة الوراثية، الأمر الذى زاد من تأجيج انزعاج الجماهير، والخوف كان من النتائج الرهيبة من جراء نقل دنا من كائن لكائن آخر وكان مضمون تعليقاتهم هو «ما نكون نحن حتى نخلط مادة وراثية من كائن بكائن آخر «هذا بذاك» . وفى هذا الصدد نذكر ما يلى:

١ـ صدور مؤتمر لتهدئة النفوس فى عام ١٩٧٥م:

ففى فبراير ١٩٧٥م أثناء انعقاد المؤتمر الدولى الأول عن جزيئات (د.ن.آ) المطعم فى أسيلومار وُلدت فكرة الضوابط الفيزيائية والحياتية لضمان السلامة والأمان فى بحوث تقنية الهندسة الوراثية، والتى تمثلت ثمرة نتاجها فى صدور دليل المعاهد القومية الأمريكية للصحة NIH فى يونيو ١٩٧٦ عن الضوابط الفيزيائية والحياتية التى يجب مراعاتها فى المستويات المختلفة من تجارب تقنية الهندسة الوراثية.

وقد عُدِّلت هذه الضوابط وأصبحت أكثر تشدداً فى ٢٣ فبراير ١٩٨٤.

ومن ثم فلقد فتحت الهندسة الوراثية مجالاً خصبًا لدراسة العلاقة بين العلم والقانون والمجتمع. ولقد تم نتيجة هذا المؤتمر فى ذلك الوقت استئناف أبحاث الهندسة الوراثية فى أمريكا على نحو جذرى تحت إشراف لجنة فيدرالية... لذا استمرت تجارب وابتكارات الباحثين تتسارع وتسابق الزمن والطموح تنشد تحقيق المزيد من الإنجازات... ولكن كلما تنبهت الشعوب لطبيعة تقنيات الهندسة الوراثية وما إذا كانت (تتعارض مع قيم هذه الشعوب وعاداتها) وجدنا مواجهات ومناقشات نذكر منها ما يلى:

٢ـ قرارات وتوصيات تمخضت وصدرت عن أعضاء مجلس المجمع الفقهى:

وهو مجلس تابع لرابطة العالم الإسلامى وقد سبق وصدرت توصيات عديدة فى دورته الخامسة عشرة المنعقدة فى مكة المكرمة، والتى كانت قد بدأت يوم السبت ١١ إلى ١٥ رجب ١٤١٩ ـ ٣١ أكتوبر ١٩٨٨م وكانت بشأن استفادة المسلمين من علم الهندسة الوراثية وسنذكر منها ما يلى:

١ـ الاستفادة من علم الهندسة الوراثية فى الوقاية من المرض أو علاجه، أو تخفيف ضرره، بشرط ألا يترتب على ذلك ضرر أكبر.

٢ـ لا يجوز استخدام أىٍّ من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله فى الأغراض الشريرة والعدوانية، وفى كل ما يحرم شرعاً.

٣ـ لا يجوز استخدام أى من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله، للعبث

بشخصيـة الإنسان، ومسؤوليته الفردية، أو للتـدخل فى بنية الموروثات بدعوة تحسين السلالة البشرية.

٤ـ لا يجـوز إجـراء أى بحث، أو القيـام بأية مـعـالجـة، أو تشـخـيص يتـعلق بموروثات إنسان ما، إلا للضرورة، وبعد إجراء تقويم دقيق وسابق للأخطار والفوائد المحتملة المرتبطة بهذه الأنشطة، وبعد الحصول على الموافقة المقبولة شرعاً، مع الحفاظ على السـرية الكاملة للنتـائج، ورعاية أحكام الشـريعة الإسـلاميـة الغراء، القـاضيـة باحترام الإنسان وكرامته.

٥ـ يجـوز استـخدام أدوات علم الهندسـة الوراثية ووسـائله، فى حقل الـزراعة وتربيـة الحيوان، شـريطة الأخذ بكل الاحـتيـاطات لمنع حدوث أى ضـرر ـ ولو على المدى البعـيد ـ بالإنسـان، أو الحيـوان، أو البيئـة.. (وسيـتبين لك عزيـزى القارئ من خلال تلك السلسلة أنه لا زال هناك شك واحتمال التعرض لأخطار عديدة من جراء تطبيقات الهندسة الوراثية فى مجال النبات والحيوان).

٦ـ يدعو المجلس الشركـات والمصانع المنتجة للمـواد الغذائية والطبية وغـيرهما من المواد المستـفادة من علم الهندسة الوراثيـة، إلى البيان عن تركـيب هذه المواد، ليتم التعامل والاستعمال عن بينة حذراً مما يضر أو يحرم شرعاً.

٧ـ يوصى المجلس الأطباء وأصـحاب المعامل، والمختبرات بتقوى الله، والـبعد عن الإضرار بالفرد والمجتمع والبيئة.

ـ أيضًا كان للباحثين فى مصر قراراتهم ونذكر منها مايلى:

٣ـ تشكيل لجنة لأخلاقيات البحث العلمى فى مصر:

حيث أصـدر د. هانى الناظر رئيس المركز القـومى للبحوث قـراراً بتشكيل لجنة تختص بوضع الضوابط الأخـلاقية للبحوث العلمية حـرصًا على أن تكون الأبحاث العلمية خـاضعة لقواعد وتقـاليد المجتمع ومـبادئ الأديان، خاصة التجـارب العلمية المتعـلقة بالاستنـساخ وزراعة الأعـضاء وبحـوث الإخصاب والإنجـاب ومن أهداف اللجنة وضع ضوابط يلتزم بها الباحـثون وألا يتم إجراء البحث على الإنسان إلا بعد الانتهاء من الاخـتبارات المعملية علـى الحيوانات بصورة كافـية وأضاف أنه يجب أن

تجرى البحوث على الإنسان تحت إشراف طبى متخصص وأن تقع المسئولية على الطبيب وليس على الشخص محل التجربة. وينبثق من هذه اللجنة مجموعتان هما:

١ـ مجموعة البحوث الطبية.

٢ـ مجموعة البحوث الأساسية والتطبيقية وتضم: البحوث الكيماوية والزراعية والبيولوچية والبحوث الغذائية والبحوث الفيزيقية والهندسية وبحوث الهندسة الوراثية والمياه والدواء والإشعاعات الكهرومغناطيسية.

الجولة الثانية: (جولة مع بعض الشركات المتخصصة التى تعمل فى هذا المجال):

مما دعم من بزوغ نجم البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية وكان أهم عوامل انتشارها وتوسعها وتعدد تقنياتها؛ ظهور تلك الشركات المتخصصة عقب ميلاد الهندسة الوراثية واستثماراتها الموجهة لتقوية أركان تكنولوچيا الدنا المطعم وبخاصة أنها ضمت إليها نخبة من الباحثين ذوى الخبرة والطموح... نذكر منها شركة (چين تك) التى ظهرت أولاً، ثم سيتس وبيوجن، وبعدها خرجت للنور شركات أخرى لاستغلال هذه التقنية الجديدة. وكان جميع هذه الشركات يحدوها الأمل بالاستفادة من هذا المجال الجديد للأعمال.

وبالفعل استفادت هذه الشركات من كائنات حية عديدة ومنها البكتيريا وكان بالإمكان باستخدام البكتيريا إنتاج هرمون الإنسولين البشرى والذى بحلول عام ١٩٨٢م كان قد طُرح بالسوق كأول منتج تجارى يرتكز على تكنولوچيا الدنا المطعوم . تحت اسم (هوميلين humulin)، ثم تم استخدام البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى إنتاج بروتينات هامة طبياً مثل إنتاج بروتين يسمى عامل نمو الخلايا "GSF" "Granulocyte macrophage" وهى «٧» أنواع فى الطبيعة «وعن طريق حقن المرضى المصابين بفشل فى نخاع العظام أو كسل بالنخاع فإنهم يحقنون «بهذه المادة» فهو ينبه خلايا العظام كى تنشط وبالتالى تنتج الأنواع المختلفة من خلايا الدم وبخاصة خلايا الدم البيضاء والأمال معقودة على تحسن حالات كثيرة. أيضًا تم استخدامها فى إنتاج فاكسينات لمقاومة الالتهاب الكبدى (ب) والذى نجح فى تحصين البشر ضد الفيروس...

وفى مجال السيطرة على السرطان .. توجد شركات عديدة تستثمر أموالها فى هذا المجال أنجزت المئات من العلاجات المستفيدة من الهندسة الوراثية والتى منها استخدام أسلوب «المعالجة الچينية»؛ والذى يبشر بإحداث تغيير ثورى فى طب القرن الواحد والعشرين... فمن خلال اكتشاف الچينات المسئولة عن إطلاق الاستعداد للإصابة بالسرطان يمكن تغيير هذه الچينات، بواسطة الأساليب الحديثة للهندسة

الوراثية.. التى تواصل تجاربها لغرس الجينات المعطوبة .

وقد اكتشف العلماء حتى الآن بعض المورثات المسئولة عن الاستعداد للمرض وتُبذل الجهود للسيطرة عليها لكن المشكلة التى فى طريقهم للتغلب عليها ليكتمل لهم الموقف تتمثل فى الأداة الفعالة القادرة على توصيل الجينات السليمة فى الخلايا المنشودة... وحتى الآن، استخدمت الفيروسات لهذا الغرض.. كما استعانوا بوسائل أخرى .. لكن لا زال النجاح محدوداً ولا زالت المهمة تحتاج إلى المزيد من الأبحاث وإن كانت المؤشرات تؤكد ما يحمله هذا الميدان من آمال عظيمة تقف وراءها استثمارات ضخمة من قبل هذه الشركات العاملة فى هذا المجال.

أيضًا ظهرت شركات من نوع آخر وهو لصناعة المعدات التى تستخدمها الشركات الأخرى مثل شركة أبلايد بيو سيستمز (المنظومات البيولوجية التطبيقية) والتى تكسبت كثيراً من جراء ذلك.

عالم الهندسة الوراثية وعوامل كثيرة ساهمت فى إنجاز التطبيقات المتعددة على الكائنات الحية

تمهيد:

يمكننا القول بأن طور الهندسة الوراثية يمثل عصراً جديداً تم ميلاده، نطلق عليه «عصر البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية» عصر نجد فيه الهندسة الوراثية وقد فتحت المجال لظهور إمكانات علمية هائلة، وأحدثت طفرة كبيرة فى التكنولوچيا الحيوية القائمة على التعامل مع الكائنات الحية ونظمها الخلوية والكيميائية المختلفة بعدما أمكن للباحثين التدخل فى المحتوى الچنومى للكائنات، وعزل الچينات سواء من الحيوان أو النبات أو الإنسان ومن الكائنات بسيطة التركيب بل ومن بقاياها والقيام بتحديد وظيفة هذه الچينات ومعرفة تتابعاتها، وكيف تعمل بدقة مُدهشة والتدخل فى تكوينها ونقلها من كائن لآخر. إما لإكساب الكائن الحى صفة جديدة أو لإزالة صفة. مما أدى إلى إحداث التنويع فى أشكال الكائنات الحية وظهور أشكال جديدة؛ غالبًا ليُستفاد منها؛ وترتب على ذلك أن أصبح لدينا تطبيقات متعددة للبيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية فى مجالات:ـ [الكائنات بسيطة التركيب، والحيوان والنبات]

وستكون «عزيزنا القارئ» هذه التطبيقات هى محور ثلاثة كتب من «كتب السلسلة» إن شاء الله تعالى... ونذكر منها هنا على سبيل المثال:

١ـ تطبيقات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية للاستفادة من الكائنات بسيطة التركيب:

أمكن من خلال هندسة الكائنات بسيطة التركيب وحسن تطويعها؛ أن يُستفاد منها فى مجالات متعددة مثل:

١ـ فى العلاج الچينى gene therapy فهناك جهود مبذولة لاستخدام أنواع معينة من الفيروسات (وفق شروط خاصة) لتعمل كناقلات تُستخدم لإيلاج الچينات العلاجية فى خلايا الجسم ... مثل علاج شخص يعانى من التليف الكيسى، بهدف دفع خلاياه الجسدية إلى إنتاج بروتين يُلطف الحشرجة والتهاب الرئة، والاحتمال

القائم أنه فى ظل استعمال فيروسات مثل الإنفلونزا .. والهربس .. أن تهاجم الخلايا التناسلية للمريض.. فيظل العلاج مستمراً (جانب إيجابى) أى يُنتج نفس البروتين فى خلايا المريض التناسلية (والتى يُفترض أيضًا أن بها نفس النقص فى البروتين) وتكون النتيجة المأمولة ألا يولد نسل الشخص المُعالج (علاج چينى) وبه مرض التليف الكيسى.. ورغم هذا الاحتمال الواقعى فهناك وجه آخر مخيف يسعى الباحثون لتلافيه ولأخذ كافة الاحتياطات لعدم حدوثه (أن يؤثر الفيروس سلبيًا على العلاج فتسوء حالة المريض). والمتوقع هو أن يصبح العلاج الچينى للخلايا الجسدية طبًا معيارياً فى القرن الحادى والعشرين.

ومنذ فترة كانت هناك محاولات لتحوير نوع من الفيروسات النباتية ليحمل على غطائه البروتينى أجزاء مغلفة من بروتين فيروس الإيدز وحقنه فى جسم فأر، ونجحت التجربة معملياً، واستطاع جسم الفأر تكوين جسم مضاد يستطيع تثبيط وتحييد فيروس الإيدز .. مما يبشر بالأمل عند الانتقال لعلاج البشر.

٢ـ أيضًا هناك تطبيقات أخرى يستفاد فيها من الكائنات بسيطة التركيب فى الطب والصيدلة مثل إنتاج الفاكسينات وبروتينات علاجية.

٣ـ فى مجال تنقية البيئة من الملوثات المختلفة، وفى التعدين البيولوچى وفى إنتاج الطاقة... بل وفى حثها على إنتاج بروتينات تصلح كغذاء.. وسيكون لنا لقاء آخر مع مزيد من التطبيقات.

٢ـ تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى مجال الحيوان:

وهى تطبيقات متعددة لإنتاج حيوانات مهندسة وراثيًا تخدم فى أغراض عديدة مثل التجارب العلمية والطبية، وفى العلاج لإنتاج بروتينات بشرية علاجية سواء فى ألبان إناث الحيوانات المهندسة وراثيًا أو بأشكال أخرى لعلاج أمراض عديدة مثل الهيموفيليا وتجلط الدم، ولإنتاج الأجسام المضادة وحيدة النسيلة لعلاج الأورام وغيرها.. وفى إنتاج حيوانات مهندسة وراثيًا بهدف عمليات نقل وزراعة الأعضاء.. إضافةً لأغراض أخرى عديدة.

٣ـ أيضًا هناك تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى مجال النبات:

تم إنجاز العديد من التطبيقات لإنتاج نباتات مُهندسة وراثيًا تخدم فى أغراض عديدة مثل: فى مجال العلاج وإنتاج لقاحات وأمصال مختلفة ولعلاج أمراض متعددة.. أيضًا لإنتاج نباتات تصلح للتخلص من ملوثات البيئة، وأخرى لتقاوم الجفاف والملوحة والصقيع وبخاصة محاصيل هامة «كالقمح والأرز»، وإنتاج نباتات مقاومة للأمراض والحشرات والحشائش. أو لإنتاج نباتات يتم رفع قيمتها الغذائية والتسويقية عن طريق تحوير مادتها الوراثية وخصائصها التصنيعية ولأغراض عديدة أخرى.

ـ ونذكر من الإنجازات المتعددة التى لا نستطيع حصرها فى كتابنا، التطبيقات التالية:

١ـ إدخال الچينات المسئولة عن إنتاج بروتينات تولد الضوء إلى نبات مهندس وراثيًا ومنها نبات الموز، ونبات البطاطس الذى يتمكن من إنتاج بروتين يسمى «إنتيروتوكسين» وهى المادة التى تسبب الإسهال فى الحالات المتسبب فيها نشاط نوع من البكتيريا وتم إنتاج البروتين وإطعام الفئران من هذه البطاطس المهندسة وراثيًا فتم تخليق أجسام مضادة للإنتيروتوكسين والمشكلة هى أن يتناول الأطفال هذه البطاطس نيئة.

٢ـ هناك تجارب تبشر بالخير فى إنتاج طماطم معدلة وراثيًا تحتوى على مواد مضادة لفيروس مرض السعار (الكلب) وتم تجربتها بنجاح على بعض أنواع الدببة.

٣ـ وهناك تجارب ناجحة لهندسة نبات التبغ وراثيًا لإنتاج بروتين سطحى لفيروس التهاب الكبد الوبائى من النوع {HBV} وباستخلاصه من النبات تم حقنه فى فئران التجارب. تم ملاحظة استجابة جهازه المناعى بتكوين أجسام مضادة لمهاجمة الفيروس وقتله.

٤ـ أيضًا كانت فى عام ١٩٩٥م، ١٩٩٦م، جهود عديدة لإنتاج نبات فول الصويا مهندس وراثيًا لإنتاج جسم مضاد يسمى "BR96" ومن الاختبارات القَبْل

سريرية ظهـرت مقدرتـه فى العمل كحـمال Vehicle يسهل توجيـه أحـد العقاقـير الكيميائية الهامة إلى أورام الثدى والقولون والمبيض والرئة. وهناك مساحات شاسعة يتم بها زراعـة هذا النوع من فول الصويـا المهندس وراثيًا لإنتاج هذا الجـسم المضاد. وهو يسمى «بالصناعة الخضراء» ويرى الباحثون فى مجال هـندسة النبات أن زراعة النبات المعدل وراثيًا أيسر وأرخص من استزراع البكتيريا أو الخميرة.

ولقد تمكن البـاحثون من إنجاز هـذه التطبيقات العـديدة بالاستعـانة بالعديد من الأدوات والعوامل ... سواء أكانت:

١ـ **مكونات بالخليـة:** تم اكتشافـها والاستفادة منها مـثل إنزيمات التحديد والوصل وإنزيمات البلمرة.

٢ـ **وسـائل لكلونة المادة الوراثيـة:** مثل استـخدام البلازميـد والفاجات ثم استخدام تفاعل الـ PRC بعد ابتكاره.

٣ـ **أو طرق مختلفة:**

يتم ابتكارهـا لنقل المادة الوراثيـة للمـحتـوى الجـينومـى للكائن مـثل: الحـقن المجهرى، ومسدس الجينات... إلخ

أيضًـا تم الاستـفـادة من تكنولوجيـا الدنا المطعَّم فى كـشف النقـاب عن بعض المشاكل التى تؤرق البـاحثين خلال أبـحاثهم لمعرفـة كيفـية حدوث التنامى والتـمايز وكشف جينات الكائنات الحية والتعرف على وظائفها وكيفية عمل الجينات الوراثية والشفرة الوراثية وكيفية انتقال الصفات الوراثية والتوصل لإنتاج الدنا المكمل صناعيًا ومعـرفة منطقـة ما كـان «يسمى بدنا اللغـو» والاستـفادة منهـا فى مجـال البصـمات الوراثية..

ومع بعض هذه العـوامل البـارزة والمؤثرة فى الدخـول لعالم الهـندسة الوراثيـة نلتقى فى الجولات التالية .. فمعنا...

الفصل الثانى

جولات مع بعض العوامل البارزة والمؤثرة

سواء أكانت اكتشافات أو ابتكارات أو تجارب ونحوها، والتى أدت للدخول لعالم الهندسة الوراثية والنهوض والإسراع بها (منذ فترة الخمسينيات وحتى نهاية الستينيات ..).

مقدمة:

نظراً عزيزنا القارئ لغزارة الاكتشافات والابتكارات التى أنجزها الباحثون والعلماء، والتى اجتمعت مع بعضها وتفاعلت لتصنع بذلك عالمًا خاصًا متألقًا هو (عالم الهندسة الوراثية).. والتى تتسع وتزداد مجالاتها فى كل يوم وتأتى بما يزيدنا إبهاراً وحيرة...؛ فلقد آثرنا أن نذكر (فى الفصلين الثانى والثالث) بعضًا من هذا الفيض (العوامل البارزة والمؤثرة) . ونلقى الضوء على دورها الفعّال وإسهاماتها الفعّالة فى ميلاد تقنية الهندسة الوراثية والإسراع والنهوض بتقنياتها.

وسيضم الفصلان الثانى والثالث «عشر جولات» فنجد:

١ـ **الفصل الثانى:** ويضم جولات مع بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول فى عالم الهندسة الوراثية: (من فترة الخمسينات وحتى نهاية الستينات).

٢ـ **الفصل الثالث:** جولات مع بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول فى عالم الهندسة الوراثية (من بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد الهندسة الوراثية).

٣ـ **الفصل الرابع:** وهى ٤ جولات.

الفصل الثانى:

بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول فى عالم الهندسة الوراثية: (من فترة الخمسينات وحتى نهاية الستينات):

مقدمة الفصل:

يشمل الفصل «ست جولات» ... تبدأ بالدراسات العديدة التى قام بها

الباحثون.. «روزاليـد فرانكلين» والعالمان «واطسون وكريك» والتى انتـهت باكتشاف نموذج الدنـا الوراثى (DNA): وتعرفا على تركـيب تلك المادة الوراثية لذلك أطلقت على تلك الجولة (لقد اكتشفنا سر الحياة؟!!) ـ [والجدير بالذكر أنه قد أعلن فى شهر أغسطس من عـام ٢٠٠٤م عن وفاة العـالم فرانسـيس كريك] .. وننتقـل بك عزيزى القارئ لجولة أخرى بالفعل تتناول التوصل للعدد الحـقيقى للكروموسومات.. ومنها لجولة ثالثـة عن اهتمام الحكومة الفـرنسية بالبيـولوچيا الجزيئيـة والذى ظهر فى بداية الخمسينيات وإلى أى مدى وصل الآن.

وتتناول الجولة الرابعة حلولاً تم التوصل إليها لعدة مشاكل مثل: مشكلة الشفرة والقيام بفكها، وفك جـزىء الدنا، واكتشاف مسببـات لتلف الدنا. وعن أول محاولة تمت لدمج خلايا حـية فى عام ١٩٦٠م وتهجين الخـلايا الجسدية وغيرهـا من الجهود المبذولة لخـرطنة چين بشرى.. تقـود لمشروع الچـينوم.. تمضى جولتنا الخـامسة بـينها جميـعًا ثم نتناول فى جولتنا السـادسة الحديث عن اكتـشاف إنزيمات التحديد والـبتر وإنزيم الليجيز وأمثلة متعددة لاستخدامهما.

ومع الجولة الأولى.. نبدأ اللقاء .. فمعنا..

الجولة الأولى: - «لقد اكتشفنا سر الحياة»؟!!

كانت هناك العديد من الدراسات على المادة الوراثية ونذكر منها:

١- فى عام ١٨٦٩، استطاع العالم البيوكيميائى السويسرى، فردريش ميشر، أن يعزل من نواة الخلية مادة كيميائية كانت جديدة على العلم، ولما لم تكن لديه أية فكرة عن أهميتها، لم يتابع اكتشافه حتى النهاية، فظلت هذه المادة منسية جنبًا إلى جنب مع كثير من الاكتشافات المهمة بانتظار من يميط اللثام عنها.

٢- فى أوائل الأربعينات أشرف العالم «إزوالد آيفرى» على سلسلة تجارب مهمة أُجريت فى معهد روكفلر.. ودفعت نتائج هذه التجارب بالعلماء إلى الاقتناع بأن العامل المؤثر بين العناصر المكونة للجينة - [المسئولة عن انتقال الصفات المتوارثة من الآباء للأبناء]؛ لم تكن من البروتينات (كما كان يُعتقد) .. ولكن من الأحماض النووية، وتمكّن العلماء من تعريف الدنا كحامل للمعلومات الجينية عام ١٩٤٤م.

٣- ظهور علم البيولوچيا الجزيئية فى أوائل الخمسينيات والذى اكتسح عالم البيولوچيا كالعاصفة.. ووفّر للبيولوچيا، بصورة خاصة، أسلوبًا جديدًا للبحث والتنقيب والتفسير حيث اتجهت أنظار الباحثين واهتماماتهم لاكتشاف ومعرفة البنية الجزيئية التى تفسر آلية الوراثة .. وبظهور البيولوچيا الجزيئية باتت الإمكانات اللازمة لذلك بمتناول العلماء.

٤- ثم تبرز لدينا دراسات هامة بدأها فريق من العلماء وكان يرأسهم البيوفيزيائى البريطانى «موريس ولكنز Wilkins» وكان هذا الفريق يؤمن بأن سر الحياة لابد أن يشكّل نوعًا من القدرة على الاستنساخ أو نقل الذات، وتتسم الجينة بهذه الصفة بل و«الدنا» تحديدًا واستخدم الفريق التصوير البللورى بالأشعة السينية على الدنا الوراثى، وتعتمد تصوير البللورات من زوايا عدة، بواسطة الأشعة السينية، لجعل هذه البللورات ترمى طيفًا من الأشعة على صفيحة فوتوغرافية كاشفة بذلك بنيتها الهندسية وترتيباتها الداخلية، وأشارت إلى أنه يوجد فى سلسلة شعرية متعددة دقيقة التنظيم قطرها حوالى ٢٢ أنجستروم تتميز بوجود مجموعات

تتباعد عن بعضها على طول الشعرة بحوالى ٣,٤ أنجستروم وبوحدة تتكرر كل ٣٤ أنجستروم.

وعلى الرغم من أن «ولكنز» توصل إلى الاستنتاج بأن «الدنا» يشبه حبلاً مجدولاً، فقد فشل تصوره فى أن يقدم أجوبة عن كثير من الأسئلة وأبرزها الطريقة التى تنسخ فيها «الدنا» نفسها ناقلة بذلك تعليمات الوراثة من خلية إلى أخرى، وتمت هذه الخطوة على يد عالمين مغمورين.

هما فى نظر الكثيرين كانا غير مؤهلين بما فيه الكفاية لمثل هذا الكشف الكبير.. هما واطسون وكريك.

ولا يفوتنا قبل الحديث عن العالمين (واطسون وكريك) أن نلفت نظر عزيزنا القارئ إلى «عالمة» من كامبريدج وهى [روزاليندا فرانكلين Franklin] والتى كانت قد توصلت إلى النتائج نفسها. [التى توصل إليها واطسون وكريك وسنشير إليها بعد قليل].

وكان ذلك نتيجة لجهودها الشخصية، وأبحاثها المستقلة وهى التى وفرت الدليل الذى مكّن كريك وواطسون من أن يتوصلا إلى استنتاجهما... فالقدرة التقنية التى وفّرتها (روزاليندا) للعلماء للحصول على صور أشعة لبلورات الجزىء الرطب الدقيق والسريع العطب [الدنا الوراثى] هى التى مكّنت العالم من الوصول إلى نظريتهم ... لكنها تخلت للأسف عن بحوثها بعد إعلان واطسون وكريك نتائج أعمالها، واتجهت لإنجاز مشروع آخر وهو تحليل فيروس التبغ... وتوفيت وهى لا زالت شابة بعد إصابتها بالسرطان.

٦- أيضًا لا يفوتنا الإشارة إلى جهود عالم كبير هو «لينوس بولينغ» والذى كان من أشهر كيميائيى عصره والذى تحدث عن ذلك الحبل المغرق فى الطول والبالغ التعقيد لكن (بولينغ) فشل فى استكمال الرؤية والتوصل لنتائج واطسون وكريك.

٧- العالمان واطسون وكريك Watson and Crick واكتشافهما تركيب المادة الوراثية.

استرعت نتائج الأبحاث السابقة اهتمام باحث أمريكى شاب تخرج للتو وهو

«جيمس واطسون» وكان يبلغ من العمر ٢٥ عامًا فقرر اقتحام هذا المجال والذهاب إلى بريطانيا... خطا عالم بريطانى «فرانسيس كريك» خطوة مشابهة... كان واطسون ضعيفاً فى الكيمياء والتصوير البللورى والرياضيات أما «كريك» فلقد كان شابًا عبقريًا مغروراً وقليل الكلام وعمل فى زرع الألغام المائية للحكومة البريطانية خلال الحرب العالمية الثانية وبعد انتهاء الحرب أصبح مهتماً كثيراً بالتفرقة بين «الأحياء والأموات» وقرر أن يكرس حياته فى دراسة علوم الأحياء والكيمياء وإجراء التجارب العلمية المعملية.. لكن لم تكن له أعمال بارزة يُعرف بها [شخص مجهول للمجتمع العلمى] وكان يتابع دراسته للحصول على درجة الدكتوراه فى سن الـ ٣٥ عاماً ولكنه رغم ذلك كان جاهلاً بمسائل الجينات!!

وتمكن هذان الباحثان عندما اجتمعا وعملا معاً فى معمل «كافيندش» الصغير فى رحاب جامعة كامبريدج من الاستفادة من أعمال «بولينغ» أدركا أن الحبل المغرق فى الطول والبالغ التعقيد لجزىء الدنا يوحى بأن الجزىء يتخذ شكلاً حلزونياً، واستفادا بما توحيه الصور البللورية للدنا الوراثى والتى التقطها «ولكنز» فى عمل نموذج حول شكل وتركيب الدنا الوراثى.. وهكذا دون جهود شخصية فى البحث والتنقيب، وحتى دون استئذان.. عكف خلال عامين من العمل المشترك على تحليل أبحاث الآخرين وأعمالهم وتوصلا بما حباهما به الله من قدرة على التحليل وخيال خصب.. إلى رؤية ما فشل فيه الآخرون - رغم جهودهم المضنية - فى رؤيته .

ظل العالمان يُجريان محاولاتهما حتى جاء ذلك اليوم وهو ٢٨ - ٢من سنة ١٩٥٣م - [وفى بعض المراجع أنه شهر مارس] وهو اليوم الذى أتما فيه إنجازهما وتمكنا من صنع نموذج يمثل تركيب الدنا الوراثى.. ساعتها أسرع «فرانسيس كريك» إلى بار «إيجل» وهى الحانة المجاورة للجامعة ناقلاً إلى جمهور العلماء الذين كانوا يحتسون الشراب فى أوقات الفراغ وأطلق عبارته المشهورة مفاخراً «لقد اكتشفنا سر الحياة» - [بصرف النظر عن مدى دقة هذه العبارة والتى بها شىء من الصحة]؛ فلقد كانت تعبر عن تلك الفرحة الطاغية التى أحس بها الإنجليزى «فرانسيس كريك والذى كان يبلغ من العمر حوالى ٣٥ سنة» ومعه زميله الأمريكى «جيمس واطسون»

نتيجة اكتشافهم لتركيب المادة الوراثية فى نواة الخلية بالإنسان «الدنا الوراثى» وطريقة عملها حيث فصّلوا التركيب الجزيئى ثلاثى الأبعاد «الدنا» وأثبتوا أن الچينات «المادة الوراثية بالنواة» تتكون أساسًا من الحمض النووى الديوكسى ريبوز؛ وهو لا يشبه حبلاً مجدولاً واحدًا، بل يشبه حبلين اثنين مجدولين، وهذان الحبلان لولبيان مما يجعلهما أشبه بسلم لولبى مزدوج وهذا اللولب المزدوج (الحلزونى) يلاحظ أن جديلتيه قابلتان للانفصال على غرار السحّاب وهما أيضًا فى تواز مُضاد... وكل حبل منفرد (جديلة) أو نصف سلم يُشكل أساسًا لإعادة تكوين جُزيئين جديدين للدنا وكل جزىء جديد ينقسم بدوره وبالصورة ذاتها مرة بعد المرة، ومع كل انقسام خلوى فإنه ينقل تعليمات الوراثة (الصفات الوراثية) وتتضمنه الچينات من معلومات من خلية إلى أخرى.

ويحتوى الحامض النووى على شفرة مكتوبة بطول درجات سلم أنيق متشابك ـ (وهذه السلالم هى مسافات دورية تصل بين جديلتى الدنا وكل سلم يتألف من واحد من زوجين من القواعد [أمع ث أو س مع ج]، ويمكن لهذا اللولب المزدوج أن يطول إلى مالا نهاية. وهذه الشفرة تنسخ نفسها بواسطة الجذابات كيماوية بين حروفها، وتعبر عن وصفات للبروتينات بواسطة قاموس للعبارات ما زال غير معروف «وقتها» ـ وهو يربط الدنا بالبروتين ـ [ثم تبين للعلماء فيما بعد أن القواعد الأربعة وهى أدينين (أ)، ثايمين (ث)، سيتوزين (س) وجوانين (ج) وهى التى تتشكل منها أبجدية الشفرة الوراثية]، والچين هو تتابع نوعى من هذه القواعد الأربعة.

إضافة إلى ذلك. رأى العالمان «واطسون وكريك» أن المعلومات التى تنتقل إلى البروتينات، حاملة الأوامر لبناء الحياة؛ لا تستطيع أن تخرج منها، وبالتالى فإنه من غير الممكن تعديل المعلومات. وأطلق كريك على هذا التصور اسم «الدوجما المركزية» أى العقيدة المركزية التى هى بمصاف العقائد اللاهوتية والتى لا تحتمل التأويل لآلاف السنين ـ [لكن تجدر الإشارة إلى أنه تم اكتشاف الكثير مما كان يجهله الباحثون فى هذا الوقت وعارض نظرية الدوغما المركزية وسيكون لنا لقاء معه بالكتاب].

وتجدر الإشارة إلى أن النظرية الجديدة للدنا والتى أعلنها واطسون وكريك؛ قد حظيت بالقبول العام فى العالم البيولوجى واكتسبت تأييداً واسعاً.. وقفزت إلى أبعد من حدود العلم لتصل إلى أجهزة، وتمت المقابلات مع واطسون وكريك فى كل مكان وكتبت عنهما الصحف والمجلات وتحدثت عنهما البرامج التليفزيونية. وفى عام ١٩٦٢م مُنحت جائزة نوبل لسبعة أشخاص لبحوثهم فى البيولوجيا الجزيئية من بينهم واطسون وكريك وموريس ولكنز.. أما روزاليندا فكانت قد توفيت ولم يتح لها أن تلقى التكريم الذى تستحقه جهودها. ولقد أصدر واطسون كتاباً بعنوان «اللولب المزدوج The Double Helix» فى عام ١٩٦٨م.

ويحضرنا هنا مقولة العالم ريتشارد دوكنز عن هذا الحدث «إن ما هو ثورى حقًا فى البيولوجيا الجزيئية فى عصر ما بعد واطسون - كريك هو أنها أصبحت رقمية ... فشفرة ماكينات الچينات تشابه الكمبيوتر على نحو خارق».

مقولة العالم «ريتشارد دوكنز» وتحليق بالجولة من الخمسينات للقرن الحادى والعشرين.. مع جهود لإنتاج كائنات حية دقيقة مُبرمجة «رقمية» فعلاً - صدقت مقولة هذا العالم.

ولتسمح لنا «عزيزنا القارئ» أن نترك فترة الخمسينات لبعض الوقت ونحلق بك تحليقًا مفاجئًا فى سماء القرن الواحد والعشرين حيث سنجد ما يؤكد مدى صدق تعبيره فى قوله «... أنها أصبحت رقمية فشفرة ماكينات الچينات تشابه الكمبيوتر على نحو خارق»... إذ ستشاهد ما يلى:

عندما تصبح البكتيريا .... مُبرمجة «رقمية» فى المستقبل!! - فالخطوة المستقبلية والتى تُعد لها العُدة منذ فترة - هى إنتاج «كائنات حية رقمية» .. بمعنى إنتاج نوعية خاصة تتكون من جيش من الكائنات الحية الدقيقة.. يقوم الباحثون بتحميل أو ازدراع "implanting" برامج كمبيوتر حديثة بها بما يُمكّن هذه الكائنات من أن تتحرك بشكل مُبرمج خاص لتؤدى وظائف مُحددة كأن تتحرك فى شرايين الإنسان (مُراقبة تركيزات السكر فى الدم ومتابعة أى زيادة فى نسبة الكوليسترول cholesterol بالدم).

ويتم تحميل أو ازدراع برامج الكمبيوتر هذه بالكائنات الحية الدقيقة.

وتتم عملية تحميل أو ازدراع برامج الكمبيوتر الحديثة بهذه الكائنات الحية «عن طريق توصيل برامج كمبيوترية إلى الحامض الوراثى الدنا DNA الخاص بها؛ حيث يمكن فى النهاية إنتاج «كيانات» applets جينية، أو برامج كمبيوترية دقيقة يمكن تحميلها فى كائن حى واحد، وذلك بتشبيت «دنا» به نفس الطريقة التى تحمل بها تطبيقات «جافا» من الإنترنت. والعلماء بذلك يحاولون تطويع الأنشطة المتعددة للكائنات الحية الدقيقة والتى تتجاوز حدود قدرة الأجهزة السليكونية.

مع أوجه الشبه بين عمل الدوائر الرقمية بالكمبيوتر وعمل الدنا البكتيرى:

تعمل الدوائر الرقمية - (وهى وحدات البناء الأساسية فى الكمبيوترات الحديثة على تشفير المعلومات إلى أرقام ثنائية [«صفر»، و «واحد»]، ثم تعالجها بطريقة دقيقة ومتحكم فيها تماماً وبالنسبة للكائنات الدقيقة كـ «البكتيريا» فإننا نجدها تتكون أساساً من جزيئات عضوية وبروتينات وأثناء قيام البكتيريا بتنظيم أنشطتها وتفاعلاتها مع البيئة المحيطة بها، فإنها تستخدم العديد من الأساليب، تشبه إلى حد كبير ما تقوم به الدوائر الرقمية فى الكمبيوتر مثل مفاتيح الوصل والفصل وحلقات Loops التغذية المرتدة «الحلقة مجموعة من الأوامر يتكرر تنفيذها مع تتابع حلقى حتى يتحقق شرط معين». وأكثر من هذا فإن البكتيريا تشتمل على واحدة من أكثر منظومات معالجة البيانات المعروفة «ثراء» إذ أن جدائل «الدنا» الخاصة بها، تشتمل على تعليمات تفصيلية لكيفية وتوقيت بناء نوع واحد من آلاف الأنواع من البروتينات ويعمل مركز تحكم فى كل جين على تشغيلها أو إيقافها تبعاً للاحتياجات المتغيرة للبكتيريا.

وكما يوصل المهندسون الكهربائيون الترانزستورات معًا، ومفاتيح التشغيل والإيقاف المصنوعة من رقائق السليكون، فإن الباحثين يكونون فى نفس الحاضر دوائر جينية genetic Circuits يقوم فيها البروتين الناتج من إحدى الجينات، بتنظيم عمل الجين التالى لها. وتنفذ الدوائر السليكونية silicon circuits «مجموعة من العناصر الكهربائية تُوصَّل بنظام معين لتحقيق وظيفة محددة، عند مرور التيار

الكهربائى بهـا» عمليات معـقدة، باسـتـخدام حقنة من المكونات البـسيطة التى يطلق عليها البـوابات المنطقية logic gates «دائرة إلكترونية يتحدد مخـرجها بدالة منطقية محددة بين مدخلاتها ومن أمثلتها بوابة «و» and وبوابة «أو» or. وينشئ فى الوقت الحاضـر مهندسـو الدوائر الچينيـة نفس هذه الأدوات داخل الكائنات الحيـة الدقيـقة (البكتيريا).

إحدى تلك البوابات المنطقية هى العاكسـة «بوابة منطقية خرجها عكس دخلها» التى تخرج (١) إذا كـان دخلها (صفر)، وتـخرج (صفر) إذا كـان دخلها (١) وبوابة منطقـية أخـرى هى بوابة «و» و And التى تسـتقـبل دخلين فى نفس الوقت، ويكون خرجها (١) فـقط فى حالة ما إذا كان كل من دخليها (١)، والأمـر العجيب أنه على الرغم من بسـاطة تلك البوابتين، فـإن علماء الرياضـيات يمكنهم تصـميم أى عـملية منطقية، بتوصيل العدد الكافى منها ببعضها البعض.

عودة لفترة الخمسينات والستينات مرة أخرى

نعود عـزيزى القارئ لفـترة الخـمسيـنات مرة أخرى لنسـتكمل بعض أحـداثها الهامة، ونذكر أنه نتـيجة قبول الجميع لما أنجزه العـالمان «واطسون وكريك» فى العالم البـيولوچى فلقـد تبع ذلك الإنجاز انطلاق البـاحـثين فى تجاربهم وأبحـاثهم لكشف المزيد، ونذكر هنا ما قام به العالم «آرثر كورنبرج» ـ فماذا فعل؟

«كورنبرج» وتكوين جزىء «دنا» صناعى:

تمكَّن العـالم «آرثر كورنبـرج» وآخرون فى عام ١٩٥٧م فى جـامعـة سـتـانفورد [وهناك مراجع تذكر أن العام هو ١٩٦٧م] من عزل إنـزيم بلمرة من بكتيريا إ. كولاى [وهو إنزيم لديه القـدرة على تجمـيع النوتيدات فى سـلاسل الدنا]، ثم قامـوا بإجراء تجـارب لتصنيع الـدنا فى الأنابيب بالمعـمل باستـعمـال هذا الإنزيم مع الأربعـة من النوتيـدات الدايؤكسى ريبـوزية وفى وجود هيكل أو قـالب سابق التـصنيع من الدنا وتوافر عناصـر أخرى .. وبالفعل استطاع تكوين جـزىء «دنا» اصطناعى مؤلف من جديلة واحـدة... وقام هذا الجزىء بنسخ نفسـه. ولقد وجد البـاحثون عند قيـاسهم

لكمية الدنا، أن كمية الدنا أصبحت ٢٠ـ ٣٠ مثل الكمية الأصلية التى دخلت فى التفاعل. ولقد كان لهذا الدنا نفس الخواص الطبيعية والكيميائية للدنا الطبيعى ولذلك استحق «كورنبرج» جائزة نوبل عام ١٩٥٩م.

أيضاً فى عام ١٩٦١م اكتشف "Marmur Doty" إمكانية انفصال جزىء الدنا المزدوج إلى خيطين منفردين ثم قابليتهما للارتباط مرة أخرى وهى أساس التهجين».

وجدير بالذكر أن الحرية يُقدمها تركيب الدنا الوراثى بالنسبة للتعليمات الوراثية؛ حرية وافرة لحد يكاد يفوق الخيال؛ فليس ثمة قانون فيزيقى أو كيماوى يقرر تتابع القواعد.. فعلى الرغم من أن البُعد بينهما ليس سوى ٣,٤ أنجستروم، فإن الدنا النموذجى بخلية الحيوان الثديى يزيد طوله على مترين ـ [لدى الإنسان نجد أن سلم «الدنا» الموجود فى خلية واحدة قد يصل طوله إذا ما وصلت أطرافه، بعضها بالبعض الآخر، ثلاثة أقدام أو ٩١,٥سم، ويحتوى على ستة آلاف مليون درجة] ـ ورغم ذلك فإن القيود فى نفس الوقت صارمة وتكاد تكون مُطلقة ففيما بين الجديلتين ـ إذا ثُبِّت التتابع فى إحداهما، فإن اقتران القواعد (أ مع ث، ج مع س) يحدد تماماً التتابع الكامل على الجديلة المقابلة: نجد هنا توحد الشكل مع الوظيفة وبالتالى فهذا النموذج يوجد وجهى الوراثة فيفسر [انتقال الصفات وتعبيرها. وإذا افترقت الجديلتان، فإن فى إمكان كلٍّ ـ أن تجمع وحدها نسخة من رفيقتها السابقة المكملة لها، فينتج لولبان مزدوجان متطابقان أثناء انقسام الخلية، فيكون هذا هو تضاعف الچينات .

من ناحية المبدأ أصبح بمقدورهم أن يفكروا فى تحليل نمو وعمل الكائنات تحليلاً يتجه من الداخل إلى الخارج ـ أى فى تواز مع العمليات الطبيعية للكائن (ومثال لها تجارب كورنبرج) وذلك فى عدة اتجاهات: منها بفحص دنا الكائنات الحية ومحاولة قطع ووصل دنا من كائن فى كائن آخر لإظهار صفة لم تكن موجودة ـ [الهندسة الوراثية] ومنها بتعيين هُوية التتابعات العاملة من القواعد، ثم اكتشاف ما تحدده هذه التتابعات فى الكائن الحى، وبالتالى الدخول إلى إنجاز مشروع هام هو مشروع الچينوم، وفى العلاج الچينى، والاستنساخ والبصمة الوراثية إلخ.

بقى لنا فى هذه الجولة أن نُشير إلى وفاة «فرانسيس كريك» فى منتصف عام

٢٠٠٤م عن عمر يناهز ٨٨ عاماً ولفظ أنفاسه بمستشفى تورنتون فى كاليفورنيا بعد معاناة طويلة مع مرض سرطان القولون.

ويقول عنه «هوريس فريلاند جودسون» فى كتابه «فى اليوم الثامن للخليقة» ، إن كريك نسق بذكائه وإدراكه وقوة شخصيته ورقيه الفكرى ونشاطه الدائم وبكثرة اطلاعه وتحرير الرسائل بلا انقطاع بحوث العديد من علماء البيولوچيا الآخرين وشرح نتائجها.

وأيضًا نذكر ... أنه على الرغم من الاستفادة الكبيرة التى عادت على العالم بأسره من وراء اكتشافات الحامض النووى فى مجالات الطب والهندسة الوراثية والاستنساخ والعلاج الچينى والعديد من المجالات الأخرى المختلفة ـ إلا أن الهدف الأساسى الذى شغل بال كلٍ من «واطسون وكريك» كان مختلفاً تماماً... !!

فمن الناحية الظاهرية، كان المشروع المحدد أمامهما هو حل شفرة التركيب الجزيئى للحامض النووى DNA، ولكن فى الواقع ـ كان هدفهما الحقيقى من وراء هذه التجارب هو إنكار الدين وتكذيب الحقائق التى وردت فى كافة الكتب السماوية عن الوحدانية. وهذا بالفعل ما اعترف به واطسون فى كتابه فبصفتهما ملحدين (أى منكرين لوجود الله) فكان شغلهما الشاغل اكتشاف الأسرار الحقيقية للمادة لإثبات أنه لا يوجد كائن فوق الوجود المادى، أى لا يوجد إله... ﴿سبحانه وتعالى عما يصفون﴾ .

الجولة الثانية:

التوصل للعدد الحقيقى للكروموسومات بنواة الخلية البشرية، ومتلازمة داوون

فى عام ١٩٢١م احتزّ أحد الباحثين ويسمى «ثيوفيلوس بينتر» من تكساس شرائح رقيقة من خُصى رجلين أسودين ورجل أبيض كانوا قد أُخصوا لجنونهم ولإساءة استغلال الذات وثبَّت الشرائح بالكيماويات وفحصها تحت الميكروسكوب وتوصل إلى رقم ٢٤ باعتباره عدد الكروموسومات فى الخلايا المنوية، وكرر بعدها آخرون تجربته واتفقوا جميعاً على أن عدد الكروموسومات هو [٢٤] وظل هذا الأمر حتى عام ١٩٥٥م.

وفى عام ١٩٥٦م اشترك الباحثان: «چو - هين - تيو» - «وفى مراجع أخرى» «تجيو» - [وهو أندونيسى الأصل رحل من أسبانيا إلى السويد]، و«ألبيرت ليفان» واستخدما تنويعة من بضع تقنيات أفضل من سابقيهم مما مكَّنهم من رؤية الكروموسومات بوضوح وأثبتا أن الچينوم البشرى يحتوى على ٢٢ زوجاً - لا ٢٣ زوجاً - من الأوتوزومات، وإذا ما أضفنا إليها كروموزومى الجنس أصبح العدد الكلى من الكروموزومات فى الچينوم البشرى هو ٢٣ زوجًا أى ٤٦ كروموسوم، وبعد أن تعزز هذا التأكيد بأبحاث عديدة، عُقد فى إبريل فى «دنفر - كلورادو» مؤتمر للوراثة تم فيه الاتفاق على ترقيم الأوتوزومات (أى الكرموزومات غير كروموزومى الجنس X و Y) حسب تدرج أحجامهما بحيث يعطى الرقم ١ للكروموسوم الأكبر.

فى أوائل عام ١٩٥٩ تم الإثبات فى فرنسا وإنجلترا بنفس الوقت تقريباً، أن متلازمة داوون تنشأ عن شذوذ كروموسومى - تملُّك الشخص لثلاث نسخ من الكروموزم١، بدلاً من كروموزومين.

الجولة الثالثة :

اهتمام فرنسي مماثل في الخمسينات وإلى أين وصل في القرن الحادي والعشرين؟

فكما اشتركت أمريكا بعالمها «جيمس واطسون» وانجلترا بعالمها «فرانسيس كريك» فإن فرنسا أيضًا كان لها دور .. فما هو؟

في عام ١٩٥٨م أنشأ الرئيس الفرنسي الأسبق شارل ديجول «لجنة البحث العلمي» وتضم ١٢ من كبار العلماء والمفكرين.. وفي أحد الاجتماعات طلب أن يطرح كل منهم خلال خمس دقائق المجال البحثي الذي يرى أنه الأجدر بالتمويل. وبالفعل تم طرح العديد من الموضوعات مثل توليد الطاقة وغزو الفضاء واستغلال المحيطات والبيولوجيا الجزيئية وغيرها من مجالات البحث العلمي. ووقع اختيار الجنرال ديجول على «البيولوجيا الجزيئية» حيث قال في كلمته أمام أعضاء اللجنة «... وماذا لو أن تلك البيولوجيا الجزيئية المغلفة بالأسرار والتي لا أفهم منها شيئًا ولن أفهمها أبدًا، ستكون هي الواعدة بالتطورات الثرية وغير المتوقعة على المدى المتوسط.. ويمكنها أن تسهم في إيجاد «طب جديد» ليس لدينا عنه أي فكرة؛ وقد يصبح هو طب القرن الحادي والعشرين..؟!».

وفعلاً اختارت اللجنة «البيولوجيا الجزيئية» لتحتل الأولوية وتكون «الأجدر بالتمويل».

وإذا كان هذا هو ما حدث في فرنسا في عام ١٩٥٨م وموقف الحكومة الإيجابي من البيولوجيا الجزيئية مما قد ترتب عليه الكثير والكثير وإليك دليلنا الذي يعبر عما تم من قفزة كبيرة حدثت منذ نهاية الخمسينات وحتى الآن:

تكوين اتحاد علمي لدراسة الجينوم في فرنسا في القرن الحادي والعشرين:

حيث تم تكوين اتحاد فرنسي لتقنيات الكمبيوتر في المجال البيولوجي أطلق عليه اسم (جينوستار) GENO STAR .. الهدف منه تصميم وتطوير أنظمة كمبيوتر لوصف وتحليل جينات الكرموزومات (الجينوم) GENOME والبروتينات،

بالإضافة إلى تحديد العلاقة التى تربط بينهما مما يساهم فى توفير أساليب تحليل وإعداد أدوات خاصة لتحديد وظيفة الچينات مع تحديد أهداف جديدة للعلاج.

يتكون الاتحاد من معهد باستير، المعهد القومى الفرنسى للأبحاث الخاصة بالكمبيوتر وأنظمة التحكم الأتوماتيكى، وشركتى HYBRIGENICS و GENOME EXPRESS .

وخلال هذا الاتحاد فإن شركة HYBRIGENICS ـ باستخدام طرق بيولوچية للفرز الأوتوماتيكى وتقنيات الكمبيوتر فى المجال البيولوجى ـ نجحت فى تصميم خرائط لتفاعل البروتينات.

وبواسطة وحدة موائمة بيانية تقوم تلك الخرائط بعرض البروتينات فى المسارات البيولوچية الخاصة بها مع تحديد الوظائف فى الخلية مما يسمح باكتشاف أهداف جديدة تفيد فى الأساليب العلاجية للأمراض المعدية والسرطان.

الجولة الرابعة:

«مع حل مشكلة الشفرة والقيام بفكها، وفك جزيء الدنا، واكتشاف مسببات لتلف الدنا»:

س: بعدما تقدم من كشف للكثير من أسرار المادة الوراثية أصبح ما يشغل ذهن العلماء هو: تُرى ما هو التتابع الخاص من القواعد الأربعة الذى يحدد بالفعل كل حامض أمينى؟

والإجابة: هى أن جهود الباحثين والعلماء المستمرة والمتواصلة أثمرت لنا الكثير من الاكتشافات نذكر منها:

١ـ طور العالم «فرانسيس كريك»، فرضية ما يسمى الجزيئات الملتئمة (المكيفة) adapter، التى تعمل كمتوسطات، ونشر فى عام ١٩٥٦م مجموعة من القواعد التى يمكن لهذه المتوسطات أن تعمل وفقاً لها. وكان كود «كريك» عديم الفواصل commaless : والكودونات تكون عديمة الدلالة من حيث الفعالية، غير مرئية فيما يتعلق بالملتئمات.

٢ـ فى عام ١٩٦١م [فى مراجع أخرى تذكر أنه فى (صيف ١٩٦٠م)] شهد أول اختراق، حيث قام أو توصل «مارشال نيرنبرج وجوهان ماتشاى». (ومراجع أخرى تذكر أن اسمه «هاينزيغ ماتاى» العالمان الشابان بالمعاهد القومية للصحة ـ قاما بأول اختراق، ولقد تم فك شفرة «كلمة» من كلمات الشفرة الوراثية، بوسيلة بسيطة هى صنع جديلة اصطناعية من الرنا كل قواعدها من صنف واحد فقط بمعنى (صنع قطعة رنا باستخدام يوراسيل نقى ورمزه «ى» ـ المكافئ لحرف «ث» فى دنا)، وضعا هذه الجديلة كمرسال فى محلول مجهز بالأحماض الأمينية، وبالريبوزومات والمواد الكيماوية البيولوجية وغيرها من المكونات الخلوية اللازمة، وتمكنت الريبوسومات من صنع سلسلة بروتينية بأن خاطت معاً العديد من جزيئات (أحماض أمينية) ـ من صنف واحد لا أكثر هى جزيئات الحمض الأمينى فينيل آلانين، وبالتالى أمكن اختراق سر أول كلمة فى الشفرة: ذلك أن «ي ي ي» تعنى «فينيل آلانين».

وعلى مدى السنين الست التالية، بيَّنت تتابعات المرسال الاصطناعى الطريق لتحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية.

وبحلول عام ١٩٦٥م أصبحت الشفرة كلها معروفة ـ [وتذكر مراجع أخرى أنه قد تم هذا الإنجاز فى عام ١٩٦٦م وليس عام ١٩٦٥م عن تمكُّن الثلاثة: «Kharana» و «أوكـو Ocho» و «نيرنبرج Nirenberg» من فك الشفرة الوراثية (ويبدو أنه استكمال لما حدث عام ١٩٦١م حتى تم على أيديهم تحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية) ولقد بدأ العصر الحديث للوراثيات بهذا الإنجاز، وأصبحت إنجازات النجاح الرائدة فى الستينات بمرور الوقت عمليات روتينية فى التسعينات.

مثال:

يُحدِّدُ الحمض الأمينى بثلاث من القواعد فى ترتيب معين على طول جديلة الحمض النووى، ويسمى هذا الثلاثى باسم «كودون». فعلى سبيل المثال فإن القواعد الثلاث: ثايمين ـ سيتوزين ـ جوانين (س س ج) تُشفر إلى الحامض الأمينى [برولين] بينما تُترجم نفس هذه القواعد بالترتيب العكسى (ج س س) على الرنا المرسال وتدفع الريبوزوم إلى إضافة الحامض الأمينى [الألانين]. وللشفرة الوراثية ٦٤ كودونا (أىّ من القواعد الأربع فى الموقع الأول، وفى الثانى، وفى الثالث) والكثير من الحشو. ثمة ثلاثية من الكودونات لا تحدد أى حامض أمينى، وإنما تستخدم كإشارات توقف، تُفيد نهاية السلسلة (وقد تظهر لها أهمية أكثر من هذا فى المستقبل).

والجدير بالذكر أن الحموض الأمينية العشرين تختلف من حمض لآخر بجميع أنواع الخصائص: من الحجم إلى الشكل إلى الشحنة الكهربائية.

جولة خاطفة:

للقرن الحادى والعشرين واكتشاف خطأ الاعتقاد بأن الشفرة شمولية Universal بنسبة ١٠٠٪ .

كان الاعتقاد السائد بين العلماء لفترة طويلة هو أن الشفرة الوراثية شمولية Universal بمعنى أنها تتماثل فى الكائنات المميزة وغير المميزة النوى ... فشفرة

ثلاثية ما تقوم بتخليق نفس الحمض الأمينى فى مدى واسع من الكائنات الحية ولذا فإننا نجد (حسب الاعتقاد السابق) أن التتابع النوتيدى فى كودون ما والذى يوجه حمضًا أمينياً معينًا كبروتين البكتيريوفاج هو نفس التتابع النوتيدى الذى يوجه ذات الحمض الأمينى فى بروتين الإنسان.

لكن الدراسات والأبحاث الحديثة أوضحت أن هناك على الأقل ستة عشر كائناً حيًّا من صفيف متنوع لسلالات (تطورية) مختلفة، تنحرف عن كود الطبيعة المعيارى (أى عن مبدأ شمولية الشفرة)؛ فيما يتعلق بمعانى الحموض الأمينية التى تعينها ... بمعنى أن العلماء يدركون الآن أنه يوجد على الأقل «١٦» تفاوتًا موزعًا عبر صفيف array متنوع من السلالات التطورية، تُعين فيها معان مختلف لكودونات مُحددة .. ولكن النظام الأساسى واحد: تُترجم الكودونات الثلاثية النكليوتيدات إلى حموض أمينية.

أمثلة:

١ـ تترجم أنواع كثيرة من الطحلب الأخضر Acetabularia الكودونين المعياريين لإنهاء الانتساخ "UAG" و "UAA" إلى الحمض الأمينى كليسين.

٢ـ فى معظم الكائنات الحية تقرأ الكودون "CUG" فى الرنا ليعنى الحمض الأمينى (لوسين) ـ [أى أن كودون الرنا: "CUG" يعنى معيارياً الحمض الأمينى لوسين]؛ إلا أنه اكتُشف أن أنواعاً كثيرة من فطور المبيضات [فطر الكانديدا Candida] تترجم كودون الرنا نفسه (CUG) إلى الحمض الأمينى (سيرين).

٣ـ أيضاً نجد أنه بالإضافة إلى أن للميتوكوندريات جينومها الخاص .. فإنه لها نظام كودونى خاص بها فمثلاً: يكود الحمض الأمينى [تريونين] فى چينوم ميتوكوندرات خميرة الخبازين (الفطرية السكرية الجعوية) بأربعة كودونات من أصل ستة تكود فى الحالة السوية فى بقية الكائنات الحية الحمض الأمينى (لوسين).

٤ـ صار من المألوف أن تُؤخذ الچينة موضع اهتمام الباحثين... كچينة من چينات السرطان البشرى مثلاً وتغرز فى كائن حى ما ـ مثل بكتيريا الإيشيريشيا كولاى E..coli ـ حيث يتم تركيب واستخلاص البروتين الذى تكوده الچينة ولكن

قد يحدث أن يخفق الكائن الحى كلياً فى التعبير عن الجينة، أو أنه ينتج كمية من البروتين أقل مما هو متوقع، أو حتى نسخة مغايرة بعض الشىء للبروتين الذى تنتجه الجينة فى الإنسان ومع أن هذه المشكلة قد تسبب فوضى شديدة فى الأبحاث البيولوجية. إلا أن الباحثين الآن يدركون أن الإخفاق إنما ينشأ أحياناً لأن الكائن الحى يبدى أفضليات مختلفة فيما يتعلق بالكودونات المترادفة. فمثلاً، يشتمل الكود المعيارى على ستة كودونات للحمض الأمينى أرجنين arginine، وتنزع الجينات البشرية إلى محاباة الكودونين AGA و AGG. بيد أن بكتيريا Ecoli لا تستعمل إلا فى حالات نادرة جداً الكودون AGA، حتى أنها غالباً ما تخطئ فى ترجمته. إن المعرفة لهذه الاختلافات ولهذه الأفضليات ستمكن من تصميم نسخ محوَّرة عن الجينة البشرية لابد أن تعمل واحدة منها بثوقية لدى نقلها من كائن حى إلى آخر.

إن هناك أسئلة كثيرة تدور الآن بين الباحثين يبحثون لها عن إجابة منها: لماذا يوجد عشرون حمضًا أمينيًا معياريًا فقط؟ لماذا عُين لبعض الحموض الأمينية ستة كودونات، فى حين عُين لحموض أمينية أخرى كودون واحد أو كودونان؟ هل لهذا الطراز علاقة ما بتخفيض الأخطاء إلى الحد الأدنى؟ لقد ثبت أن حل الكود لم يشكل سوى بداية فَهْم معناه:

سبحان الله ﴿وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً﴾ (الإسراء ٨٥)

اكتشاف مسببات لتلف الدنا:

كانت للعالم «دروس آمس» فى كاليفورنيا فى ستينات القرن العشرين العديد من الأبحاث، والتى نذكر من نتائجها أنه قد توصل إلى أن الكثير من الكيماويات والإشعاعات التى تسبب السرطان، مثل قار الفحم وأشعة إكس، فيها صفة مشتركة واحدة خطيرة، فهى تتلف شريط الدنا الوراثى تلفاً شديداً. وهكذا ألمح (آمس) إلى الاحتمال بأن يكون السرطان مرضاً جينياً.

الجولة الخامسة:

التهجين الخلوى الجسدى Somatic hybridization وأول خطوة لخرطنة چين بشرى... تؤدى إلى مشروع الچينوم:

أولاً: تمهيد:

تقنية التهجين الخلوى الخضرى Vegetative Hybrididization أو (التهجين الخلوى الجسدى):

يعتمد على تقنية الاندماج الخلوى Cell Fusion، وهى عبارة عن اتحاد خليتين باستخدام وسيلة مناسبة مثل : المواد الكيمائية Chemofusion أو التيار الكهربائى Electrofusionأو شعاع الليزر Laser microbeam ثم انتخاب الخلايا المتحدة المرغوبة.

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض الجهود التى تمت فى هذا المجال:

١ـ ويُذكر أن أول محاولة لدمج خلايا تمت سنة ١٩٦٠م فى معهد (چوستاف) فى باريس، حيث تمت تحت إشراف البروفيسور (چورچ بارسكى) وتم بها دمج خلايا فئران فى أطباق خاصة مزودة بغذاء معقم فكانت النتيجة هى التحام الخلايا واختلاطها مع بعضها البعض لتصبح خلية واحدة، ورغم أن الحدث كان جديداً، فإنه لم يكن مقنعاً؟!!

٢ـ وفى عام ١٩٦٧م اتخذ كل من «مارى وايس M.Weiss ود. هوارد جرين H.Green» من جامعة نيويورك أول خطوة حاسمة نحو خرطنة چين بشرى، عندما نشرا تقنية لدمج (أو تهجين) خلايا بشرية بخلايا فأر وذلك فى مستنبت واحد بالمعمل مع توفيرهم لكافة الظروف المناسبة لحدوث الإنماء لتنتج خلايا تحمل چينومى الإنسان والفأر معًا، يمكنها أن تنقسم وتتكاثر فى المستنبت بالمعمل، فيما سُمى «بتهجين الخلايا الجسدية». وأعيدت التجربة مرة أُخرى على يد مجموعة من العلماء ولاحظوا أنها تفقد بالتدريج بعض الكروموسومات البشرية ـ لا الفأرية ـ أى أن خلية الفأر أو البرنامج الوراثى للفأر أكل البرنامج الوراثى للإنسان ـ أو بمعنى آخر

«طرده» بعد أن اتحدت الخليتان، وتم ذلك تحت دهشة العلماء ومخاوفهم. ورجح البعض أن السبب فى ذلك يرجع إلى أن «انقسام كروموزومات الفئران المسجل عليها البرنامج الوراثى كان أسرع، والسريع يغلب البطىء، ولهذا أخذت كروموسومات الفئران زمام المبادرة من كروموسومات الإنسان... ولذا نلاحظ مع توالى انقسام هذه الخلايا الهجينة أن تفقد بالتدريج بعض الكروموسومات البشرية لا الفأرية، ويمكننا بذلك أن ننمى خلايا هجينة تحمل كروموزومات الفأر بالإضافة إلى كروموزوم بشرى بعينه. (وهو ما حدث).

٤ـ أيضًا ذُكر أنه عند إضافة فيروس من فيروسات أورام الثدييات اسمه «فيروس سينداى» إلى مستنبت يحوى خلايا بشرية وفأرية، يلتصق الجسيم منه ببضع خلايا ولما كان حجمه أصغر بكثير من الخلايا فإنه يربطها بالضرورة ربطاً محكماً، وتمكن [جرين وورايس] من البرهنة على أنه من الممكن تليين جزىء الخلايا باستخدام مواد كيماوية معينة، فتندمج معاً يعيش البعض من هذه الهجن الخلوية ويتضاعف فى المستنبت، وعلى الرغم من أن هذه الهجن تميل مع تكرار الانقسام إلى التخلص من الكروموزومات البشرية ـ كما سبق وذكرنا ـ فمن الممكن ترسيخ خطوط تكاثر چينوم الفأر ـ بكروموزوماته العشرين.

٥ـ وأمكن الاستفادة من هذا التكنيك فى استنباط خطوط(lines) من هذه الخلايا الهجين ؛ بحيث تحمل كروموزومات الفأر وكروموسوم بشرى واحد بعينه أو قطعة معينة من كروموسوم محدد ـ ويمكن التأكد من حدوث ذلك ومعرفة الكروموسوم بنمط الشرائط الموجودة عليه واستخدام الميكروسكوب لفحص هذه الخلايا ـ ومن الممكن فحص النواتج البيولوجية لهذا الكروموسوم أو المقطع منه لمعرفة إن كان يحمل چيناً ما.

٦ـ ولقد تمكن الباحثون بواسطة هذا التكنيك من نسب چينات بشرية إلى كروموسومات بعينها بل وحتى إلى مناطق أو شرائط محددة بعينها، من كروموسوم بذاته، وذلك بفحص البروتينات البشرية التى تنتجها الخلايا الهجين، ولقد أثمر ذلك معرفة الكثير منها.

٦ـ وفى ضوء كل ما تقدم من ملاحظات ونتائج؛ استفاد منها الباحثان «هوارد جرين ومارى وايس» وأثمرت جهودهما عن الإعلان عن تحديدهما لأول چين يُنسبُ إلى كروموسوم أوتوزومى بعينه كان ذلك عام ١٩٦٨م، وتم تحديد مكان هذا الچين على (الكروموسوم ١٧) وتم ذلك عندما وجدوا الخلايا الهجينة المُحضرة بتلك التقنية تنتج إنزيم الثايمدين كاينيز Thymidene Kinase وهو إنزيم بشرى .. ومن خلال ملاحظة هذا الچين تم على الفور استنتاج أن الچين البشرى الخاص بهذه الصفة يقع على الكروموسوم البشرى هذا ـ أو الجزء منه ـ الباقى بالخلايا الهجينة المحضرة.

٧ـ والجدير بالذكر؛ أن التجارب والأبحاث السابقة كانت بمثابة الضوء الأخضر الذى فتح الباب على مصراعيه لحسن الاستفادة من هذه التقنية، وأثمرت عن نتائج هامة نذكر منها إنتاج فئران هجينة مبرمجة لإنتاج أجسام مضادة نقية.

٨ـ وفى عام ١٩٦٩م أعلن «سينسهايمر» عالم البيولوچيا الجزيئية البارز أن البيولوچيا الجزيئية قد فتحت أمام البشر آمالاً جديدة لا تُحد، إذ هى تُمكن العلماء من تخليق چينات جديدة وصفات جديدة، «فلأول مرة فى التاريخ يفهم كائن حى أصله ويستطيع أن يتولى تخطيط مستقبله». وفى عام ١٩٧٧م تولى «سينسهايمر» رئاسة حرم جامعة كاليفورنيا فى سانتا كروز ـ حديث النشأة نسبياً. وكانت الآمال عالقة بذهنه، وفى أواسط الثمانينات من القرن العشرين قام «روبرت سينسهايمر وتشارلس ده ليزى» بمبادرات عديدة أدت لنشأة مشروع الطاقم الوراثى البشرى (مشروع الچينوم).

ويلاحظ أنه بعد دخولنا للقرن الواحد والعشرين وتعدد المصادر التى يمكن التوصل منها لنفس النتائج ووجود جمعيات متعددة تنادى بحقوق الحيوان، قَلَّ الاعتماد على هذه الطريقة.

الجولة السادسة:

«اكتشاف إنزيمات التحديد والبتر restriction enzymes وإنـزيم الليجيز Ligase:

اكتشفت إنزيمات التحديد والبتر Nucleases فى البكتيريا فى عام ١٩٦٨م.

وفى مراجع أخرى تذكر أنه فى عام ١٩٦٢م، اكتشف (Arber) وجود إنزيمات التكسير وحصل على جائزة نوبل عام ١٩٧٨م، وفى عام ١٩٦٧م اكتشف (Gellert) إنزيمات الـلصق Ligases، ولقد أوجدها المولى عز وجل فى خلايا البكتيريا ـ [أنواع منها] لتصبح وسائل دفاعية؛ تتمكن بواسطتها البكتيريا من الدفاع عن نفسها ضد بعض أنواع الفيروسات التى تهاجمها (من نوع لاقمات البكتيريا Phages or bacteriophages) وتسمى أيضاً «الفاجات». ولهذه الإنزيمات القدرة على أن تهزم وتمزق الفيروسات المهاجمة بتقطيع چيناتها (مادتها الوراثية).

وبالتالى تتلف هذه المادة الوراثية للفاجات فتحدّ من انتشارها.

وسرعان ما تبين أن إنزيم التحديد بخلاف المقصات الحقيقية، أداة تدقق فيما تقطعه ، فهى متخصصة وتعمل كمقص منمق، لا تقطع جديلة الدنا إلا بعد ما تبحث به جيداً وتلاقى فيها تتابعاً معيناً من الحروف (نقاط معينة من القواعد النيتروچينية)، يقطع عنده الإنزيم ـ ما بين قاعدتين محددتين له وبالتالى تحولها لقطع عديمة النفع فتتلف المادة الوراثية للفاجات ـ (كما ذكرنا منذ قليل) ـ فتحد من انتشار هذه الفاجات. ومن هذا المنطلق تم استغلال هذه الإنزيمات واستخلاصها من البكتيريا فكانت فتحاً للدخول لعالم الهندسة الوراثية.

ونحن نعرف الآن «٤٠٠» نوع مختلف من إنـزيمات التحديد ـ من أنواع عديدة من البكتيريا ـ يتعرف كل منها على تتابع مختلف من حروف دنا وراثى ليقطع عندها وكأنه مقص لا يقطع الورق إلا عندما يجد كلمة «تحديد».

وهناك إنزيمات الليجيز Ligases:

وهى الأداة التى تصل وتَحيك (تلصق) الجمل السائبة (المقاطع) من «دنا» أينما

وقع عليها، وهذه الإنزيمات موجودة طبيعياً فى الخلايا، ووظيفتها إصلاح التكسير أو التقطيع الذى يحدث فى الدنا أثناء عملية التضاعف (DNA replication) حيث لها القدرة على ربط قطعتين معاً، وبالرغم من أن كل الخلايا الحية تحتوى على ligases إلا أن الإنزيم الذى يُستخدم فى الهندسة الوراثية مستخلص من بعض أنواع بكتيريا الأمعاء E.coli.

وإذا ما تجولنا فى عالم إنزيمات التحديد واللصق لبعض الوقت (على أن نستكملها فى جولات أخرى). نذكر:

١ـ بالنسبة لأنواعها: نذكر أولاً أنه تتم عملية التكسير من خلال تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر. والنوعان هما:

(أ) **Exonucleases**: وهى إنزيمات لها المقدرة على قطع أو تكسير نيوكليوتيدات من أطراف «الحامض النووى DNA».

(ب) "**Endonucleases**" وهى إنزيمات لها المقدرة على تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر داخل جزىء الـ DNA. وبعض إنزيمات Nucleases لها القدرة أيضاً على تكسير الـ RNA مثل إنزيم الـ RNAase والذى يتم معاملة الـ DNA المستخلص به وذلك لتنقية الـ DNA من الـ RNA. وتوجد أنواع عديدة من إنزيمات القطع وتختلف هذه الأنواع عن بعضها البعض حسب تتابع النيوكليوتيدات التى يحدث عندها القطع. ومنها إنزيمات Hpal، Ecori، Hind III

٢ـ بالنسبة لطول القطع:

وعادة طول القطع الذى يتعرف عليه إنزيم القطع ما بين ٤ و ٨ نوتيدات (حسب نوع الإنزيم)، وأطلق على هذه الإنزيمات اسم إنزيمات التحديد، يرجع ذلك فى الأصل لأنها تحدد مجال العوائل التى يمكن للفيروس أن يحيا بها، وهذه الإنزيمات يصفها الباحثون بأنها تعمل مثل مقراص أسلاك تحت ميكروسكوب، ولقد مكّن العمل على أنواع عديدة من البكتيريا غير الضارة مثل بكتيريا إيشيريشيا كولاى E.coli الباحثين من تعلم كيفية نقل أجزاء محددة من المادة الوراثية من كائن لآخر، وتنجح عملية نقل مادة وراثية من كائن لآخر بناءً على مبدأ أن للمادة الوراثية

للكائنات الحية جميعاً نفس البنية الكيماوية، وبالتالى يمكن استعمال إنزيمات التحديد للقطع ثم باستخدام إنزيمات الوصل أن نصل قطع دنا مأخوذة من بكتيريا فى دنانيات أو حيوان بل وتولج قطعة من دنا بشرى فى المادة الوراثية لنبات أو لبكتيريا فيتكوَّن لدينا ذلك الدنا (المطعوم أو الهجين) Recombinant DNA فى المعمل، والذى نتج عن وصل قطع دنا من مصادر (كائنات حية) مختلفة.

أمثلة:

إنزيم "EcoR 1" البكتيريا المنتجة له هى إيشيريشيا كولاى E.Coli والتتابع على الجديلتين وموقع البتر: ٥ ـ ج. أ أ ث ث س والأطراف بعد البتر لزجة

س ث ث أ أ. ج ـ ٥

إنزيم "Hind III" والبكتيريا المنتجة له هى Haemopilus influenzae، التتابع على الجديلتين وموقع البتر: ة أ.أ ج س ث ث والأطراف بعد البتر لزجة

ث ث س ج أ. أ

التفسير:

(أ) ولتفسير الأمثلة السابقة نذكر المثال الأول حيث إنزيم "ECORi" وهذا الإنزيم مأخوذ من بكتيريا إيشيريشيا كولاى E.coli. ومن المعلوم مُسبقًا أن ترتيب النيوكليوتيدات على أحد شريطى DNA يكون من ٥ : ٣، فيكون ترتيب النيوكليوتيدات بالجديلة الثانية هو من ٣ ـ ٥ [راجع كتابنا الأول].

وهذا الإنزيم يتعرف على تتابع من ست نيوكليوتيدات (تتابع التعرف) هى:

٥ ـ ج أ أ ث ث س ـ ٣ ، ويقطع ما بين القاعدتين (ج ، أ)

٥ ـ ج. أ أ ث ث س ١ـ الجديلة ١ (الاتجاه من ٥ ـ ٣).

س ث ث أ أ ج ـ ٥ ٢ـ الجديلة ٢ (الاتجاه من ٣ ـ ٥).

ملحوظة: يُشار إلى مكان القطع بالنقطة، الإنزيم يتعرف على مكان القطع فى الجديلة ١ فيقطع عندها، ويتعرف على مكان القطع فى الجديلة ٢ فيقطع عندها.

ومن هنا يتبين أن إنزيمات التحديد طالما وجدت التتابعات التى تتعرف عليها بالمادة الوراثية فهى تعمل عندها دون تفرقة بين كائن حى وآخر، وكلما كان التتابع

الذى يتعرف عليه إنزيم التحديد طويلاً - بحيث يقل احتمال وجوده - كان هذا الإنزيم هو الأفضل بالنسبة للباحث لأنه ينتج عددًا محدوداً من الشظايا المبتورة يمكن فصلها وفحصها.

شكل الأطراف بعد البتر:

قد يكون مكان البتر بوسط التتابع فيترك مكان القطع بالجديلتين بأطراف جافة blunt ends (وتكون النهايات منتظمة) وقد يكون مكان القطع بالجديلتين بأطراف منحرفاً عن وسط التتابع - كما رأينا فى المثال السابق - ليترك مكان القطع بأطراف أو نهايات غير منتظمة وتسمى أيضًا {أطراف لزجة sticky end}.

لماذا لا تهضم إنزيمات التحديد الدنا البكتيرى؟!!

هناك تفسيرات عديدة تفسر السبب وراء أن إنزيمات التحديد المستخرجة من البكتيريا لا تقطع الدنا الوراثى الخاص بهذه البكتيريا، ومن هذه التفسيرات نذكر ما يلى:

١- أن البكتيريا المنتجة لإنزيم التحديد تُرقم ما يحمل دناها من هذا التتابع بإضافة ذرة كربون لبضع قواعد منه، فتحفظ بذلك جهازها الوراثى .

- {سبحان الله تعالى} - تحفظه من البتر وهذا يذكرنا بما سبق ودرسناه بالمراحل التعليمية المختلفة عن كيف أنه لا تقوم إنزيمات الهضم بالجهاز الهضمى بهضم المعدة والاثنى عشر والأمعاء؟!! وكيف أن حمض HCL لا يتسبب فى العادة فى أى ضرر للمعدة رغم خواصه الحامضية المعروفة بقوة تركيزها!!

٢- والتفسير الثانى:

ويُعتبر مُكملاً .. ويذكر أن للبكتيريا إنزيمات للوقاية الذاتية تصلح بها دناها عندما يُكسَر أو يُساء نسخه (هى إنزيمات اللصق Ligase).

الفصل الثالث

جولات مع:

بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول فى عالم الهندسة الوراثية (فى بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد الهندسة الوراثية).

مقدمة الفصل:

يشمل هذا الفصل ٤ جولات مع خمسة عوامل من بين العوامل البارزة والمؤثرة فى بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية فى عام ١٩٧٣م وهذه الجولات هى:

الجولة الأولى: وتضم النجاح فى تحضير أول چين على يد العالم «خورانا» وأيضًا تضم الحديث عن أول طريقة لصبغ كروموسومات البشر.

وتتضمن الجولة الثانية اكتشاف دور إنزيم النسخ العكسى فى عام ١٩٧٠م، والاتجاه للكلونة باستعمال الفيروسات وميلاد العلاج الچينى.

ونتجول فى «الجولة الثالثة» فى عام ١٩٧٢م حيث تم إنتاج أول دنا «مولّف» على يد «بول بيرج». ونصل إلى غايتنا وهى الإعلان عن ميلاد تقنية الدنا المطعم (الهندسة الوراثية) فى عام ١٩٧٣م.

بينما تتسم الجولة الرابعة ببعض الظُّرْف إذ إن عنوان الجولة هو «لا تفرح أيها الإنسان كثيراً فهناك من سبقك فى مجال الهندسة الوراثية» أما كيف، فستعرف عندما نتجول بها بعد قليل. أما الآن فنبدأ التحليق مع أول جولة.... فمعنا..

الجولة الأولى:

العالم خورانا والنجاح فى تحضير أول چين، وأول طريقة لصنع كروموسومات البشر:

فى عام ١٩٧٠م نجح هـ جوبيند خورانا ـ [وفى بعض المراجع «كورانا» وفى بعضها «غوباند خورانا»]، وزملاؤه (والذين بلغ عددهم خمسة وعشرين من زملاء ما بعد الدكتوراه) فى تحضير أول چين فى المختبر، فقد نجح فى محاكاة ما يحدث بالخلية فى تحضير الـ «٧٧» قاعدة زوجية التى تسيطر على تكوين الحامض النووى الريبوزى الناقل للألانين فى نبات الخميرة ـ (ولقد احتاج الأمر لخمسة أعوام للتوصل لذلك). غير أن هذا الچين المصنَّع لم يكن له القدرة لا فى داخل الخلايا أو فى أنابيب الاختبار على صنع الحامض النووى الريبوزى الناقل للألانين على الرغم من أن تركيبه الكيميائى كان صحيحًا ومماثلاً للچين الطبيعى داخل الخلايا، وبعد عمل عدة دراسات تبيَّن أن هذا الچين المصنع كانت تنقصه الشرارة التى بها يبدأ عمله والنهاية التى توقفه عن العمل إذا تطلب الأمر ذلك.

وفى عام ١٩٧٦م تمكن العالم «كورانا» والذى حاز على جائزة نوبل وزملاء له فى معهد ماساتشوستس للتكنولوچيا بالولايات المتحدة، من تركيب چين صناعى يعمل داخل الخلايا الحية، ولقد دعا ذلك الباحثين فى أوائل الثمانينات بعدما اكتسبوا المزيد من الخبرة إلى أن يصنعوا أوتوماتيكياً شظايا صغيرة من الدنا أو [البجونيدات]، وإلى إنجاز وتحقيق الكثير والكثير بمرور الوقت.

وظل الأمر يتطور حتى أصبح بإمكان الباحثين على بدايات التسعينات من القرن العشرين أن يُصنِّعوا الآن [چينات أكبر حجماً من خورانا] ـ بآلات حديثة خاصة وفى يوم واحد، ولقد راحت المؤسسات التجارية التى توفر المواد الجاهزة ـ مثل الكلونات، وإنزيمات التحديد ـ مما أراح البيولوچيين الجزيئيين من إضاعة الوقت والجهد فى المعمل لإعداد هذه المواد وتوفيرها لمزيد من التركيز على تصنيع المزيد من الچينات.

أول طريقة
لصبغ كروموزومات البشر

وفى عام ١٩٧٠م أيضاً نشر «توربيون كاشبرسون» و «ل.زيغ» وزملاؤهما بالسويد أول طريقة لصبغ كروموسومات البشر أو غيرهم من الثدييات، بأسلوب تظهر به نماذج الشرائط، استخدم «كاشبرسون» صبغات لاصقة تتطلب ميكروسكوب الأشعة فوق البنفسجية.

تستخدم تقنية التشريط الأوسع انشاراً اليوم صبغة «جيمسا».

وتم الكشف من خلال هذه الطرق على التركيب الفيزيقى للطاقم الكروموزومى البشرى. أظهرت أنماطًا من الشرائط، سميكة ونحيلة - يمكن بها تحديد كل واحد من الكروموزومات ويمكن بمضاهاة الشرائط أن نحدد قرين كل كروموزوم، وأن نميز (القرينين) عن بقية كروموسومات الخلية - فالكروموزومان «٦» مثلاً يختلفان بوضوح عن الكروموزومين «٧»، وهكذا. ويمكن أن نكتشف التغيرات الكروموزومية (انقلاب، انتقال، اقتضاب، تضاعف) لأنها تغير من نموذج الشرائط. ويمكن تحديد أيٍّ من الكروموزومات البشرية قد بقى فى الخط الراسخ من هُجُن خلايا الفأر - الإنسان.

الجولة الثانية:

«اكتشاف دور إنزيم النسخ العكسى والاتجاه للكلونة باستعمال الفيروسات وميلاد العلاج الجينى:

١- اكتشاف قدرة بعض الفيروسات على نسخ الرنا إلى الدنا:

الكثير من الفيروسات التى تُصيب الكائنات العليا - لاسيما فيروسات الأورام الحيوانية، تحمل الچينات كجديلة من الرنا لا الدنا، وهى تحقن هذه الخلية لتصيبها العدوى.

وفى عام ١٩٧٠م نشر «هوارد تيمين» و«دافيد بالتيمور»، كلاً على حدة، ذلك الاكتشاف والذى فيه أن الكثير من مثل هذه الفيروسات الارتجاعية تستطيع أن تنسخ رناها عند دخولها الخلية المصابة، إلى دنا ينتج فى دنا العائل، ولقد تبين فيما بعد أن الفيروس الارتجاعى يحوى رسالة مكتوبة فى رنا (فسرها العلماء بأنها تقول أساسًا: «اصنع نسخة منى لتخيطها فى كروموسومك»، ووجد الباحثون أن ثمة إنزيم يقوم بهذه المهمة، هو إنزيم النسخ العكسى ولقد بيَّن «تيمين» أن مثل هذه العملية ربما كان لها أهمية علمية مستقبلية فى تطور الأجنة وفى مكافحة مرض السرطان، ويمكن للبيولوچى باستخدام مثل هذا الإنزيم أن يبدأ لا بچين دناوى. إنما بجديلة من الرنا المرسال، وأن يستخدم فيروساً رناويًا ليولجه فى الخلية، لتقرأ الرسالة عكسيًا إلى دنا، وينمى الكلون، ثم يُدفع الچين إلى التعبير عن نفسه ليعرف وظيفته.

٢- ميلاد العلاج الچينى وقلق بين العلماء فى فترة الثمانينات:

لقد أدى هذا الاكتشاف [اكتشاف «إنزيم النسخ العكسى»] إلى أن جعل تكنولوچيا العلاج الچينى Gene Technology The rapy تبدو فجأة معقولة برغم كل شىء.. فكل ما يحتاج إليه المعالج بالچينات هو أن يأخذ أحد الفيروسات الارتجاعية ويقطع منه چينات معدودة ، خاصة تلك التى تجعله معدياً بعد أول إيلاج، ويُدخل چيناً بشرياً بدلاً عن الچين البشرى المسبب للأمراض (وبخاصة الأمراض الوراثية)، ويصبح الفيروس حاوياً للچين البشرى المطلوب وبحقنه داخل الجسم يعود الچين المنقول للعمل فى خلايا الجسد، يؤدى الچين الوظائف المنوط بها كاملة

ويشفى المريض، والذى سيصبح بمثابة شخص مُحوَّر وراثيًا تم علاجه بتكنولوجيا العلاج الچينى.

وإذا ما دخلنا لبعض الوقت فى دائرة العلاج الچينى وتحدثنا عن بداياته وصعود نجمه وما يبشر به بإحداث تغيير ثورى فى طب الواحد والعشرين وتحدثنا أيضًا عن بعض التطبيقات المتعلقة به ... فإنه يجدر بنا أن نبدأها بالحديث عن فترة الثمانينات من القرن العشرين.

أولاً: العلاج الچينى وفترة الثمانينات:

تميزت هذه الفترة باتجاه الأنظار نحو استخدام هذا الأسلوب فى العلاج ومع الآمال المبشرة.. كانت أيضًا فترة قلق بالنسبة للعلماء ذلك القلق الذى ينتاب كل ما هو جديد، فمن ناحية: يجب أن يكون لديهم القدرة الكافية على التحكم الكامل بطرق عزل الچينات المعيبة والسليمة وتحديد خصائصها وتصميم نظام نقل چينى ذى كفاءة عالية وتأكدهم من قدرة الچين المنقول على التعبير بدرجة كافية لإحداث التأثير الطبى الملحوظ وإتمام الشفاء؛ ومن مقدرة الچين المنقول على الاستمرار والعمل داخل المحتوى الچينومى لخلايا المريض. وهو لن يتأتى إلا بتوافر خريطة كاملة بالچينات البشرية والبروتينات (يُرجى الاعتماد عليها بعد إنجاز مشروعى الچينوم والبروتيوم)، أيضًا يجب أن تكون لديهم القدرة الكافية على التحكم فى إدماج الچينات داخل المحتوى الوراثى للفيروس... ومن ناحية أخرى وهى الأهم نجد ذلك القلق بشأن الأمان فى:

١ـ استخدام الفيروسات الارتجاعية؛ إذ أنه قد يحتمل أن يعمل الفيروس الارتجاعى بعد إدخاله بنشاط يزيد عما ينبغى .. ولا يقتصر على أن يعدى خلايا الجسد العادية، ويعدى أيضًا الخلايا الجنسية (الإنجابية فسيكون له تأثير على الأجيال القادمة).. وكان هناك خوف من أن يستعيد هذا الفيروس الارتجاعى چيناته الغائبة ويتحول إلى فيروس ضار (نشط)؛ أو ربما يسبب عدم استقرار فى چينات الإنسان أو يتجه بالچين لأنسجة أخرى فيسبب آثارًا جانبية خطيرة قد يكون من بينها السرطان، أيضًا الخوف من أن يتسبب هذا العلاج فى إحداث خطر على المريض أو البيئة ولكن

جميع هذه المخاوف وغيرها لم يمنع تضافر جهود الأطباء والباحثين لحل هذه المشاكل ولإجراء المزيد من التجارب والأبحاث أملاً فى أن يحمل العلاج الچينى العلاج الأمثل للمرضى فى المستقبل.

٣ـ وفى عام ١٩٨٠م أدخل العالم «مارتن كلين» چينًا مولّفًا لا ضرر منه داخل مريض إسرائيلى يعانى مرض دم وراثى وهو مرض (الثلاسيميا) (وإن لم يكن ذلك باستخدام فيروس ارتجاعى) ولم تنشر قط نتيجة تجربته وفقد «كلين» سُمعته ووافق الجميع وقتها على أن التجارب على البشر ما زالت سابقة للأوان.

ولكن كانت هناك تجارب على الحيوان كالفئران والأرانب.

وفى عام ١٩٨٧م عرَّف «ليدلى» المقصود بالعلاج الچينى بأنه: «عملية إدخال أو نقل چينات سليمة إلى خلايا جسدية وذلك للحصول على وظيفة چينية غير موجودة، وذلك إما بسبب مرض وراثى أو مرض مكتسب».

وفى عام ١٩٨٩م حملت الفيروسات الارتجاعية چينات الأرانب إلى داخل خلايا القرود، ووضعت چينات بشرية نسيلة داخل خلايا بشرية.

ثانياً: بداية العلاج الچينى الرسمى عام ١٩٨٩م والإقبال على الاستفادة منه بإجراء العديد من التجارب:

إن فكرة استخدام الچينات كأساس علاجى ناجع ليست جديدة فى حد ذاتها حيث إنه فى الواقع فى بدايات عام ١٩٧٩م استطاع كل من «ميركولا وكلاين» القيام ببعض المحاولات لاستخدام الچينات لعلاج الإنسان ولكنها كانت غير ناجحة.

ورغم كل الجهود السابق الإشارة إليها لكن بداية العلاج الچينى لم تأخذ شكلها الرسمى إلا عندما قرر ثلاثة رجال طموحين أن الوقت قد حان لإجراء تجارب على البشر، وهم «فرنش أندرسون ومايكل بليز وستيفن روزنبرج»، وبعد طول مناقشات وجلسات، منحت [لجنة دنا المؤلف الاستشارية للحكومة الفيدرالية الأمريكية] الإذن فى ٢٠ مايو سنة ١٩٨٩م، وبعدها بيومين بدأ العلاج الچينى الرسمى وكان المريض هو سائق شاحنة يُدْعى «موريس كونتز» وكان مريضًا بسرطان

الميلانوما وتـلقّى أول چين يُدخل فى إنسان عن عمد بعـد اعتماده وليس كـما حدث مع «مارتن كلين» والتجربة ببساطة هى : استنبات نوع خاص من خلايا الدم البيضاء خارج جسم المريض (ولهذه الخلايا القدرة على فلتـرة الأورام والتهامها) وقبل إعادة حقن هـذه الخلايا بجسم المـريض، أصابها الأطـباء بعدوى من فـيروسـات ارتجاعـية تحمل چيناً من بكتيـريا والغرض الوحيد من هذا الچين البكتيـرى هو ليُمكِّن الأطباء من متابعة الخلايا داخل جـسم المريض وإظـهار المكان الذى تذهب إليه، ورغم موت المريض لكن ... بدأ العلاج الچينى ليستمر ويزدهر لا ليتوقف.

وبحلول عام ١٩٩٠م كـانت للطبيب فكرة أوقع وهى عـلاج مرض وراثى نادر هو [مـرض النقص الشديد لـلمناعة المشـتركـة SCID] حـيـث يكون جـسـم الطفل المصاب عاجزاً عن تجهيز دفاعه المناعى ضد العدوى؛ بسبب موت كل الخلايا البيضاء بالدم موتاً سـريعاً. ويواجه الطفل المريض أن يعيش حـياة قصيـرة مع تكرار العدوى والمرض (راجع كـتابنا «جـولات فى عالم البـيوتكنولوچيـا») والسبب الرئيـسى هو حـدوث تغيـر فى «هجـاء» چين واحد عـلى كروموسـوم رقم ٢٠ اسـمـه چين آدا (ADA) واقتـرح إندرسون وبليـز أن يأخذا بعض خـلايا دم بيضاء من طـفل مريض بحـالة (SCID) ويصيباها بعدوى فـيروس ارتجاعى به چين [آدا] ثم ينقلا خلايا الدم ثانية إلى جسد المريض. وبعد تطبيق أسـاليب أخرى (أكثر تطورًا) تم فى النهاية منح «أندرسون وبليز» الإذن بإجـراء العلاج فى سبتمـبر سنة ١٩٩٠م وعالجا فتاة اسـمها «شانتى دي سـيلفيا» باسـتخدام [چين آدا] المهندس وراثيًـا ، وعن قصتـها مع المرض والعلاج (راجع عزيزي القارئ كتابنا الأول).

ثالثاً: تعدد أنظمة نقل الچينات:

بمرور الوقت زاد إقبـال الباحـثين على حسن الاستـفادة من تكنولوچيـا العلاج الچينى لعـلاج العديد من الأمراض... ومعـها تعددت أنظمة نقل الچـينات ولم تعد قاصرة على استخدام الفيروسات.. ومن أنظمة نقل الچينات نذكر:

١ـ النقل الچـينى المناسب المباشـر (الحقن المباشـر للچين السليم) وفيـه يتم نقل الچين مباشرة ودون وسيط إلى الخلية المقصودة.

٢- النقل الجينى غير المباشر: وفيه يتم نقل الجينات عن طريق وسيط إلى الخلايا المستهدفة، مثل استنشاق إيروسول يحمل فيروسات من نوع يسمى [أدينو فيروس] أو الليبوسومات التى تحمل الجين السليم، ويُرسل الإيروسول فى الأنف بواسطة بخاخة ليدخل الفيروس حاملاً الجين السليم للخلايا المبطنة للجزء العلوى من الجهاز التنفسى وبالتالى يتمكن الجين السليم من التعبير عن نفسه أيضًا ثم تجريب وسيلة أخرى لحمل الجينات مثل تحميلها على فقاعات فائقة الصغر تعمل بواسطة موجات صوتية عالية التردد. [وسيأتى ذكرها فى التطبيق الخامس بهذه الجولة].

رابعاً: تعدُّد أساليب العلاج الجينى والقفزة الرابعة فى الوقاية من الأمراض وعلاجها:

لقد بشَّر أسلوب المعالجة الجينية بإحداث تغيير ثورى فى طب الواحد والعشرين.. فقد شهد الطب عبر التاريخ، ثلاث قفزات كبرى فى الوقاية من الأمراض وعلاجها .. الأولى: تمثلت فى تحسين البيئة الصحية مثل تنقية المياه، والتخلص من الفضلات، والقضاء على الحشرات الناقلة للأمراض، وتأمين السكن الصحى.. وغير ذلك من أساليب الطب الوقائى. والقفزة الثانية، هى استعمال المخدر فى الجراحة... بكل ما أحدثه من آثار فى هذا الميدان.. والقفزة الثالثة، هى اللقاحات والمضادات الحيوية.. وستشكل الثورة الرابعة؛ الهندسة الوراثية بما تحمله من أساليب للمعالجة الجينية لأخطر الأمراض بما فى ذلك السرطان وأمراض القلب وغيرها من الأمراض... تُرى كيف سيكون شكل الثورة الخامسة؟!!

ومن تلك الأساليب المتعددة للعلاج الجينى لعلاج الأمراض نذكر:

١- إضافة جين سليم: وذلك إلى الخلية المعيبة وراثيًا لإعادة نشاط الجين المشوه إلى مستوى كاف لإزالة الأثر المرضى.

٢- استبدال أو إصلاح الجين المعيب .. وهو ليس أسلوباً عملياً حيث يحتاج إلى وسائل معينة لقطع أو إصلاح الجين المعيب.. لكن يتوقع الباحثون أن يتم ذلك فى المستقبل.

٣ـ تصميم وظائف چينية جديدة: بنقل چين جديد إلى الخلية المرضية وهذا الأسلوب يمكن اتباعه فى حالة الأمراض التى يصعب فيها إعادة الچين لحالته الطبيعية.

٤ـ تغيير نظام تعبير الچين: وهو أسلوب يعتمد على نقل منظمات الچينات وذلك بهدف تغيير مستويات نشاط الچين، وعلى ذلك يمكن إيقاف أو التقليل من نشاط الچين المعيب إلى مستوى يمنع أو يقلل من ظهور العرض المرضى.

لقد أعطت التجارب والأبحاث الجدية السابقة وغيرها الكثير؛ الضوء الأخضر لأطباء عديدين للاستفادة من أساليب المعالجة الچينية فى علاج أمراض عديدة .

خامساً: تطبيقات متنوعة للاستفادة من العلاج الچينى:

تمهيد:

لا تقتصر جهود الباحثين على الاستفادة من أساليب العلاج الچينى فى علاج الأمراض الوراثية فقط؛ ولكن هناك جهود موازية للاستفادة منه فى علاج الأمراض غير الوراثية. ويذكر الباحثون أن العلاج الچينى يمكنه أن يكون فعالاً وذا قيمة فى مجال علاج الأمراض غير الوراثية إذا وصلنا للدرجة التى يمكن فيها نقل چينات تجعل الخلايا لديها القدرة على مقاومة للأمراض الطفيلية والفيروسية وأيضاً مقاومة للتدمير الذاتى داخل الجسم ومقاومة للسموم والمواد الكيميائية وإصلاح ما تم إتلافه أو أن نتمكن من خلال العلاج الچينى من إنتاج أجسام مضادة متخصصة لرفع مقاومة الجسم لمسببات أمراض بعينها، أو إعادة وظائف حيوية بسبب مرض مكتسب.

ومن التطبيقات العديدة للمحاولات المتوصلة للاستفادة من العلاج الچينى، نذكر فى هذه الجولة خمسة تطبيقات: منها تطبيقان يوضحان استخدام العلاج الچينى فى علاج أمراض القلب وتطبيق ثالث لعلاج أمراض الزهايمر، والتطبيق الرابع عن علاج أورام المخ، والتطبيق الخامس فى علاج بعض الأورام الوراثية مثل أنيميا الخلايا المنجلية، وعن (علاج الخط الوراثى).

التطبيق الأول:

منذ سنوات؛ عالج فريق طبي علمي من جامعة [ديموري] بأطلنطا وفريق علمي ثان من جامعة [كافت] في بوسطن.. حالات مرضى مصابين بانسداد وتجلط بالشرايين أدى لتعرضهم لآلام الذبحة الصدرية وبعد أن تمكّن الأطباء من حقن المرضى بالچينات المسئولة عن تكوين خلايا «الأمندوميليوم» المكوِّنة لجدران الشرايين في القلب نجحت التجربة وتم تكوين شرايين جديدة بدلاً من المصابة بالانسداد.

التطبيق الثاني:

في شهر أغسطس من عام ١٩٩٩م أعلن علماء أمريكيون عن توصلهم لأسلوب جديد لعلاج عضلة القلب التي تعاني من نقص الأوكسچين .. ووُصف بأنه يفتح المجال أمام طرق جديدة لعلاج أمراض القلب. وفي دراسة نشرتها مجلة «سيركيوليشن» التي تصدرها جمعية القلب الأمريكية، قال البروفيسور «تودرو زينجارت» [الأستاذ بجامعة كورنيل]: إن هذا الأسلوب يقوم على حقن مباشر للچينات في عضلة القلب ويسمح بمعالجة مشكلات خطيرة لدى عدد كبير من المرضى لا يمكن علاجهم بطرق أخرى، وقالت الدراسة: إن حقن الچين المعنيّ في عضلة القلب لم يؤد لأعراض جانبية، كما لاحظ الباحثون ظهور أوعية جديدة تسمح بتحسين تدفق الدم المحمل بالأوكسچين.

ويحضرنا بهذا الصدد مقولة لطبيبنا العالمي د. «مجدي يعقوب» رائد جراحة القلب العالمي إذ يقول: «العلاج بالجينات سيفتح باب الأمل لمرضى القلب خلال السنوات العشر المقبلة».

التطبيق الثالث: لعلاج الزهايمر:

أيضاً هناك جهود مبذولة للاستفادة من العلاج الچيني في علاج مرض الزهايمر... حيث يُرجع الأطباء سبب الزهايمر إلى خلل في الكروموسوم [٢١]، ومن الممكن مستقبلاً نزع الچين المُسبب لظهور أعراض المرض واستبداله بچين سليم فيتم الشفاء (بإذن الله تعالى) ولقد أكد مؤتمر دولي عُقد في سالزبورج بالنمسا في عام ٢٠٠٢م إلى أن ٦٦٪ من أمراض النسيان سببها الزهايمر.

التطبيق الرابع: لعلاج أورام المخ:

حيث طور فريق من علماء مجلس البحوث الطبية البريطانى أسلوبًا جديدًا لعلاج أورام المخ باستخدام جينات معدلة معمليًا وتحميلها على فقاعات فائقة الصغر تعمل بواسطة موجات صوتية عالية التردد وإدخالها نحو الورم لإصلاح ما فيه من خلل.

التطبيق الخامس: الاستفادة من العلاج الجينى فى علاج الأمراض الوراثية:

١- الاستفادة من العلاج الجينى فى علاج أنيميا الخلايا المنجلية حيث تمكنت طبيبة أمريكية تدعى «بيتى بيبس» من تحقيق نتائج مهمة فى مجال العلاج الجينى للأنيميا المنجلية التى تصيب الأطفال نتيجة لخطأ فى الجين الخاص بإنتاج الهيموجلوبين المسئول عن حمل الأكسوجين بخلايا الدم الحمراء حيث تتسبب الجزيئات المعيبة فى إنتاج بوليمرات طويلة لزجة تجعل خلايا الدم أشبه ما تكون بالمناجل بدلاً من الخلايا المستديرة. وتعمل هذه الخلايا الشاذة على انسداد مسارات الدموى ويؤدى ذلك إلى قصور شديد فى حصول أعضاء الجسم الحيوية على الأكسوجين اللازم لعملها. وتعد الأمراض الناشئة عن خطأ واحد بأحد الجينات من الأسباب الرئيسية التى ترشح الإنسان للعلاج الجينى باستبدال الجين المعيب بالنسخة الصحيحة له .

ويستهدف المنهاج النمطى إدخال الحمض النووى المرغوب فيه غلاف فيروس متعادل ووضعه حرًا بدم المريض. إلا أن تمكين الجين المرغوب فيه من وضع نفسه بصورة صحيحة داخل آلة الجسم الوراثية يتطلب نوعاً من الخداع وعلى مدى الأعوام الثلاثين الماضية لم ينجح العلاج الجينى بشكل عملى إلا فى عدد قليل من المرضى ،ونتيجة لتسبب العلاج الجينى فى إصابة طفلين بسرطان الدم قررت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية فى يناير الماضى تعليق تجارب العلاج الجينى فى الإنسان.

إلا أن طريقة الباحثة بيس تبدو مختلفة حيث تتجنب العلاج الچينى التقليدى فلا يتضمن عملها إدخال حمض نووى جديد للخلية ولكن بالأحرى التحايل على الجسم لكى يعالج نفسه ولإجراء عمل مضاد لتأثير الأنيميا المنجلية تسعى لحث الجسم على تنشيط الچين الخاص بالهيموجلوبين الجنينى. حيث ينتج البروتين الذى يساعد فى إنماء الجنين يقوم بنقل الأكسوچين المطلوب للجنين من تيار الدم بجسم أمه خلال فترة الحمل ثم يتوقف عند مولد الطفل، وما جعل هذا الچين يستحوذ على اهتمام الباحثة الأمريكية هو أنه لم يقم قط بحمل التحورات المنجلية وإذا ما تواجد قدر كاف من الهيموجلوبين فى دم الشخص البالغ فإنه يحول دون تكوُّن تلك البوليمرات اللزجة بالدم حتى فى وجود البروتينات المتحورة التى يصنعها الجين الخاص بالخلايا المنجلية فى دم الشخص البالغ .

وتقوم الدكتورة بيس بالبحث عن عوامل النسخ التى تتمثل فى البروتينات التى تلتصق بالجين الخاص بالهيموجلوبين الجنينى وتشغيلها. وقد تمكنت أخيراً من العثور على الجين الذى ساعد معمليًا فى المزارع ـ على تحقيق دفعة قوية واعدة لإنتاج الهيموجلوبين الجنينى وستكون الخطوة القادمة اختبارها على الفئران وإذا ما نجحت هذه الخطوة فسيكون بوسع الأطباء فصل الخلايا الجذعية من النخاع العظمى للمريض وتنشيط الجين ثم إعادة الخلايا فى المريض تقوم بانتاج البروتين الشافى إلى الإيدز.

٢ـ فى علاج الثلاسيميا:

أيضًا هناك من ينادى بالاستفادة من العلاج الچينى فى علاج الثلاسيميا، فهذا النوع من أنواع فقر الدم ينتشر فى منطقة البحر المتوسط وهو ينتج عن نقص أو عيب فى چين الجلوبين ويمكن علاجه بنقل چين جلوبين سليم إلى خلايا الدم الحمراء ليمنع تحللها.

٣ ـ وفى علاج «فينيل كيتون يوريا»: فمن المعلوم أن هذا المرض هو بسبب

نقص الإنزيم الكبدى «فينيل آلانين هيدروكسيلاز» وهو مهم فى التمثيل الغذائى مما يؤدى لأعراض شديدة منها اسوداد لون البول وتنتهى بإصابة الطفل بالتخلف العقلى منذ الطفولة.. والأمل هو فى علاجه بنقل چين فينيل آلانين هيدروكسيلاز إلى خلايا الكبد.

وطموح العلماء لا يقتصر فقط على استخدام العلاج الچينى مع الخلايا الجسدية Somatic cell ولكن أيضًا لاستخدام النقل الچينى إلى خلية النطفة Germ Cell وعند انتقال الچين السليم للنطفة فإنه سينتج بروتينه فى خلية النطفة ويتم علاجها من المرض الوراثى وتكون النتيجة ألا يولد النسل وبه المرض الذى كان فى الآباء، بعدما أصبح الچين المنقول جزءاً ثابتًا فى چينوم النطفة تتوارثه الأجيال ويصبح العلاج الچينى مستمراً وهى ميزة لا يتصف بها علاج الخلايا الجسدية حيث تُشفى فقط دون انتقال العلاج للأبناء.

وكانت هناك الكثير من التجارب على الفئران تم فيها الحصول على أجيال من الفئران المعدلة چينياً لا تحوى المرض الوراثى الذى كان ظاهراً بالآباء والاختبارات المتعمدة من قِبَل الباحثين لا تنتهى لتحويل چينات «ما قبل الجنين» أثناء الإخصاب فى الأنبوب قبل أن يُغرس الجنين فى رحم الأم.

ونجحت بالفعل الكثير من التجارب على الحيوانات ومنها الفئران ـ تُولج فيها الچينات فى الجنين وتم الحصول على فئران معدلة چينياً.

وهناك طريقة ثالثة تتلخص فى استزراع الحيوانات المنوية وتحويرها ثم استخدامها فى التلقيح الاصطناعى أو فى التلقيح بالأنبوب .. ومن المحتمل أن يختار علاج الخط الجرثومى سلالات العائلات ذات التاريخ الطويل فى ولادة أطفال يحملون مرضاً وراثيًا مثل أمراض تاى ساكس (المنتشرة فى بعض طوائف اليهود) ومرض هنتنجتون (سيأتى الحديث عنه بعد قليل)، وبخاصة أن العلاج الچينى يعد بالتخلص من المرض فى الأجيال التالية .. ويأمل الباحثون أن يغدو البعض من هذه

الأمـراض بلا أهمـيـة.. من خـلال الجـمع بين الفـرز الوراثى والعـلاج بالچـينات.. فتختفى تلك الأمراض الوراثية من الأجيال القادمة ويصبح مكانها فى كتب ومتاحف التاريخ فقط.

وهناك ضوابط دينـية وأخلاقـية لإحداث أى تغـيير صناعى للـخلايا الجرثومـية للإنسان ولو عن طريق الخطأ لذا فـإن العلاج الچينى مـقصور فقط على التـعامل مع الخلايا الجسدية.. وإذا تم نقل الچين للخلية الجسدية فإنه سوف يخدم فقط فى تقليل أو إزالة العرض المرضى ولن تتوارثه الأجيال.

الجولة الثالثة.. جولة مع:

«إنتاج أول دنا مولف» و«الإعلان عن ميلاد تقنية الدنا المطعّم (الهندسة الوراثية)»

ها نحن نرى من خلال القليل الذى تقدم كيف حاول علماء البيولوچيا الجزيئية خلال أكثر من (٥٠) عاماً، مضت، القيام بمحاولات مُضنية لفهم عملية التوارث بدءاً من القفزة القوية فى عام ١٩٥٣م على يد واطسون وكريك ووصفهم لتركيب الدنا الوراثى - إلى أن أصبحوا على دراية بكيفية تخزين وتضاعف المعلومات الوراثية بالخلية وكيفية انتقالها من خلية إلى أخرى ومن جيل إلى آخر وبناءً على هذه الاكتشافات وغيرها اقتربنا بخطى واسعة من الدخول إلى ابتكار ثورى مُغير هو ميلاد الهندسة الوراثية ، ففى عام ١٩٧٢م استخدم «بول بيرج» بجامعة ستانفورد إنزيمات التحديد وهى فى أنبوبة اختبار ليقطع جزازتين من دنا الفيروس كلاً فى نصفين ثم استخدم إنزيم الليجيز للصقها معاً فى توليفات جديدة وأنتج بهذا لأول مرة دنا «مولّف» قد صنعه الإنسان، هكذا أمكن للبشر أن يحاكوا عمل الفيروسات الارتجاعية!!! بعد طول عناء... الإنسان يحاكى .. الفيروس - أى إدخال أحد الجينات فى أحد الكروموسومات.

وفى خلال سنة بعد تجربة [بول بيرج] ظهر للوجود أول خلية بكتيرية مهندسة وراثيًا.. إذ إنه بحلول عام ١٩٧٣م تمكن «هربرت بوير»، وستانلى كوهين ومعاونوهم "Bayer and Cohen co." من الحصول على جزيئات من الدنا {Recombinant DNA} أى جزيئات «دن أ مأخوذة من نوعين مختلفين هما: - (دن أ من ضفدعة ودن أ من بكتيريا أ. كولاى). ولقد تلا ذلك الكثير من التجارب ومعها كانت هناك موجات من القلق سواء لدى العلماء، أو بين الجماهير والتى لم تنته حتى الآن (وسبق وذكرنا بعضًا منها بالباب الأول)، وليسمح لى عزيزى القارئ أن أذكر أولاً أن مصطلح «الهندسة الوراثية» يعتبر بديلاً لمسميات علمية أخرى مثل: «الدنا الهجين»، و«الدنا المطعم "Recombinant DNA"، و«الدنا المتزاوج»، و«الدنا

المستزرع»، «قطع وإعادة التحام الجين»، و«الدنا معاد الاتحاد».

وأصبح بالإمكان تعريف أيٍّ من هذه المسميات على أنها: «تعنى: نقل المادة الوراثية من كائن حى (معطى واهب donner) إلى كائن حى آخر (مُضيف)، وقدرة هذه المادة الوراثية المنقولة على التعبير عن نفسها فى الكائن المضيف مما يجعله يؤدى وظيفة لم تكن به أصلاً ولكنه اكتسبها من الدنا الواهب.

ولقد فتحت الهندسة الوراثية الباب على مصراعيه لمجالات عديدة لم تنتهِ حتى الآن .. نذكر منها على سبيل المثال:

أ) إمكانية عزل الچينات مثل: الچينات البشرية ووضعها فى خلية بكتيرية ليتم إنماء ملايين النسخ منها .. بحيث يمكن تنقيتها وقراءة تتابع الحروف الموجودة بالچين، وبواسطتها أمكن تكوين مكتبات هائلة من چينوم بشرى.. تحوى شذرات متداخلة من الچينوم، وعليها عكف القائمون بمشروع الچينوم البشرى.

ب) أيضًا لإنتاج كائنات معدلة وراثياً نباتية وحيوانية.

جـ) أيضًا لإنتاج إنزيمات وهرمونات هامة. نذكر منها على سبيل المثال، أول منتج تمت إجازته وهو إنتاج بروتين (كاى - ماكس) وهو المعادل البيوتكنولوچى لإنزيم معدل العجول المستخدم فى صناعة الجبن ويطلق عليه (المنفحة) أو يطلق عليه (الرينين الصناعى renin). ويمكننا القول أن هذا الإنزيم هو بروتين تم إنتاجه ليعمل كإنزيم صناعى يُستخدم فى صناعة الجبن كبديل عن إنزيم الرينين الذى كان يؤخذ من معدة العجول. والجدير بالذكر أنه رغم أن «كاى ـ ماكس» كان أول منتج لتكنولوچيا الدنا المطعم أجازته مصلحة الغذاء والدواء (كما ذكرنا منذ قليل). إلا أنه لم يهتم أحد به فى بداية إنتاجه، وبعد بضع سنين وصلت نسبة منتجات الجبن الذى استخدم «الكاى ماكس» فى تصنيعه إلى ٥٠٪. ومع منتجات أخرى سيكون لنا مزيد من اللقاءات إن شاء الله.

الجولة الرابعة:

أيها الإنسان لا تفرح كثيراً.. فهناك من سبقك فى مجال الهندسة الوراثية!!؟

قبل أن يأخذنا الفرح بسعادة الباحثين وعامة البشر الغامرة بإنتاج أول خلية بكتيرية مهندسة وراثياً.. وقبل أن نستكمل جولاتنا.. بعرض أمثلة متنوعة فى عالم الهندسة الوراثية ستوقف قليلاً ونتأمل قدرة الخالق وعجائب مخلوقاته (التى هى من صنعته جلّ وعلا) .. وسنجد هناك كائنات بسيطة التركيب سبقت ذلك الإنسان ذا العقل الراجح و ... إلخ (بما شاء الله تعالى من السنين) فى مجال الهندسة الوراثية وسنأخذ مثالين لإيضاح ذلك:

١ـ المثال الأول: فيروس {Salmonel la phage (P22)} وظاهرة الاستنقال [النقل الوراثى بالفاج: Transduction].

اكتشفها «زندر ولدربيرج» عام ١٩٥٣م فى بكتيريا تيفوئيد الفئران.

وفى التجارب استخدمت سلالات بكتيرية طافرة تكميلية الاغتذاء Auxo trophic (وهي طوافر لا يمكنها تخليق واحد أو أكثر من المواد الغذائية الضرورية لنموها بل يلزم استكمالها فى البيئة المغذية حتى يمكنها النمو» من تيفوئيد الفئران. فكانت إحدى السلالتين تكميلية الاغتذاء Auxotroph للحمض الأمينى «ميثونين» ($me\ thr^+$)، والأخرى تكميلية الاغتذاء للحمض الأمينى ثريونين ($me^+\ thr^-$) وكلتا السلالتين ـ كل بمفرده ـ لا يمكنها النمو على البيئة الدنيا Minimal medium ولكن عند خلط السلالتين معاً وزراعتهما على بيئة ينقصها كل من الحمضين، المثيونين والثريونين، تظهر بعض الأفراد البرية وتتكون مستعمرات بدائية الاغتذاء Prototrophs) وفُسر ظهور هذه المستعمرات على أساس تكون اتحادات وراثية جديدة، وتبادل للدنا الوراثى بين السلالتين تكميليتى الاغتذاء، وأن هذا التبادل قد تم عن طريق الفيروس Salmonel la phage P_{22} والذى كان يعيش داخل أحد الأبوين البكتيريين (وهذه المعيشة من نوع تعاونى بمعنى أن الفيروس الغازى (الفاج) قد يوجد داخل البكتيريا دون أن يسبب لها تحللاً مباشراً ويتكاثرا معاً) وتسمى هذه «بالبكتيريا الليسوچينية» وتسمى الفاجات التى تُكوِّن علاقة ليسوچينية مع البكتيريا

«بالفاجات المعتدلة Virulent» إلا أنه قد تنتهى فى بعض الأحيان العلاقة التعاونية ويحطم الفاج البكتيريا نتيجة حدوث تغيير للفاج من الحالة التعاونية "Prophage" إلى «الحالة الخضرية Vegetative State» والتى ينجم عنها تحطيم خلايا البكتيريا، ويستقطع معه جزء (مقاطع) صغيرة من دنا الخلية البكتيرية فيصبح فيروسًا مطعمًا أو مهجنًا [وبمفهومنا «مهندس وراثياً]..

نعود لتجربة الباحثين ولتفسيرهما أن ظهور المستعمرات بدائية الاغتذاء على أساس تكوُّن اتحادات وراثية جديدة، وتبادل للـ د. ن. أ بين السلالتين تكميليتى الاغتذاء وأن هذا التبادل قد تم عن طريق الفيروس "P_{22}" والذى كان يعيش داخل أحد الأبوين البكتيريين، ويعتقد أن الفيروس استقطع مقطعاً كروموسومياً من الخلية البكتيريا الواهبة والتى كانت تعيش فيها فأصبح فيروسًا مهندسًا وراثياً (بمفهومنا الحالى)، ونقلها إلى الخلية البكتيرية المستقبلة (التى دخلها)، وهذا المقطع الكروموسومى المستنقل قد يتزاوج مع الجزء المناظر له فى الكروموسوم البكتيرى للخلية المستقبلة وتشترك معه فى عملية التناسخ الكروموسومى، ويحدث العبور بين المقطع الكروموسومى المستنقل والمقطع المناظر فى الخلية المستقبلة، مما يؤدى إلى حدوث اتحادات وراثية جديدة بالنسبة للچينات المتناظرة. [سبحان الله].

والجدير بالذكر أنه قد أمكن العلماء فيما بعد استعمال أنواع من الفيروسات [لاقمات البكتيريا (الفاجات)] لاستزراع الدنا «أمكن ترويضها» نذكر منها على سبيل المثال الفاج Lambda phage والفاج MI3 (وسيكون لنا معها لقاء بإذن الله).

٢ـ المثال الثانى: البلازميد Plasmid F' F:

اكتشف الباحثون فى أوائل السبعينات أن بكتيريا إ. كولاى تحتوى فى السائل الخلوية على قطع دائرية مغلقة من الدنا سميت بالبلازميدات Plasmids. وكان لها شكل وخصائص مميزة. [وكان لاكتشاف هذه القطع الدائرية بالغ الأثر فى استخدامها كناقلة للمادة الوراثية فى مجال الهندسة الوراثية فعلى سبيل المثال: نذكر أنه قد تمكن العالم «كون» من نزع البلازميد من خلايا بكتيرية وزرعها فى بكتيريا مُضيفة أُخرى فأمكنه التكاثر معها، وأيضًا فى تجارب أخرى له تمكن من كسر حلقة

البلازميد وأدخل چينًا جديدًا عليها «البلازميد معاد الاتحاد» واستفاد منها العلماء فى اعتبارها وسيلة نقل مناسبة لنقل وإكثار الچين المطلوب).

وتتمتع البلازميدات بالخصائص التالية:

١- توجد مستقلةً داخل الخلايا البكتيرية.

٢- تتناسخ تناسخاً ذاتياً منفصلاً تماماً عن الكروموسوم الرئيسى للخلية البكتيرية.

ونجد أن لهذه البلازميدات القدرة على حمل جزء من دنا الكروموسوم الرئيسى بعد أن ينفصل وقد يخرج البلازميد عندئذ من البكتيرة (الخلية البكتيرية) يتركها ليدخل أخرى محملاً بهذا الجزء بالإضافة لما يحمله من چينات.

والبلازميدات قد تفقد من الخلايا تلقائيًا أو مستحدثًا مثل تعرض الخلايا البكتيرية «للأكرويدنيات» أو التجويع للثيميدين أو المعاملة بالأشعة السينية التى وُجد أنها تبطل تناسخ بلازميدات معينة دون أن تؤثر على تناسخ الكروموسوم الرئيسى. وهذه حقيقة توضح أن التناسخ المستقل لكل من الكروموسومات والبلازميدات والأفراد المنعزلة التى فقدت البلازميدات سوف تستطيع الحياة. ولكن ستفتقر إلى تلك الصفات المحددة بواسطة چينات البلازميدات، وذلك يعنى أن الچينات التى تحويها البلازميدات قد لا تكون أساسية حقاً لحياة البكتيرة، وبالطبع هذه الأفراد لم تنشأ بواسطة الطفرة (ويمكن معرفة ذلك عن طريق التكرار الذى تنشأ به الطفرة).

٣- يمكن لبعض وليس كل البلازميدات أن تندمج في - أو تنفصل من الكروموسوم الرئيسى. وهذه البلازميدات يطلق عليها اسم الأبيوسومات Episomes ومنها بلازميد F^-.

٤- يحمل البلازميد صفات هامة مثل مقاومة المضادات الحيوية.

٥- جميع البلازميدات البكتيرية المعروفة توجد داخل الخلية كحلقات مغلقة من حلزون الدنا DNA (ثنائية الجديلة). وقد وُجد حديثًا فى الخميرة والدروسوفيلا جزيئات حلقية مغلقة صغيرة من الدنا يحتمل أن تكون بلازميدات.

تصنيف البلازميدات:

توجد عدة طرق يمكن أن تصنف بها البلازميدات البكتيرية:

أولاً: يمكن تقسيم البلازميدات تبعاً للصفة التى يحملها البلازميد إلى أربعة أنواع:

١ـ بلازميدات المقاومة (R) Antibiontic resistane:

وهى تحتوى على چينات مقاومة المضادات الحيوية مثل معظم البلازميدات الشائعة فى مجال الأبحاث العلمية.

٢ـ بلازميدات كول السامة {col} Colicins:

وهى تحتوى على چينات مسئولة عن تكوين بعض البروتينات (السموم) تُعرف بالكوليسينات وهى تقتل الكائنات الأخرى مثل الباسلس ثيرينوجنيسيس (BT).

٣ـ البلازميدات الممرضة (Virulence plasmids):

وهى تحتوى على چينات تسبب أمراضًا للنباتات مثل Agrobacterium tumfaciens والتى تسبب مرض السرطان (Crown gall) فى النبات لاحتوائها على (Ti) gone Tumor Inducing .

٤ـ البلازميدات المحللة Degradative Plasmid:

حيث تحتوى بعض أنواع البكتيريا على بلازميدات تحتوى چينات لها القدرة على تكسير (تحليل) البلمرات مثل الهيدروكربون (زيت البترول) إلى وحدات البناء الأولى وتستخدمها كمصدر للكربون وتستخدم مثل هذه الأنواع فى التخلص من التلوث بالبترول ومشتقاته (كما نعرف فى جولات تالية).

ثانياً: تصنيف مبنى على القابلية للانتقال: وهذه تشمل:

١ـ بلازميدات مختصة بالتزاوج Conjugal وتسمى بلازميدات قابلة للانتقال ـ ومن أمثلتها العنصر (F. Factor) [وهو محور الحديث]:

حيث تسيطر چيناته على تكوين القنوات الخارجية والانتقال التزاوجى للمادة الوراثية «دنا العنصر F» من الخلايا المعطية F^+ إلى الخلايا المستقبلة F^-.

٢ـ بلازميدات غير مختصة بالتزاوج: وهى تفتقر إلى چينات التزاوج الفعّالة لذا

فهى غير قابلة للانتقال. إلا أنها تنتقل عادة من خلايا أبوية إلى خلايا بنوية (أبنية) بطريقة لا جنسية أو تنتقل مع أو تتحرك البلازميدات المختصة بالتزاوج إذا وُجدت معها فى نفس الخلية.

وصف البلازميدة أكثر: العنصر (عامل الجنس F - Factor):

تتسم خلايا إ. كولاى E. Coli الحاملة لعنصر F أو F^- بعدد من الصفات المظهرية.

١- تحتوى على قنوات تزاوج تُمكّنها من أن تنقل دنا بلازميداتها لخلايا F^- مستقبلية.

٢- حساسة للعدوى «بالفاجات phages مفردة خيط الرنا»، و«الفاجات مفردة خيط الدنا» (والتى تُسمَّى فاجات مختصة بالذكر Male specific phages.

حيث أن خلايا F^+ تسمى ذكر، وتقاوم الفاجات المختصة بالأنثى مثل T_7 و T_3.

٣- تستبعد اكتساب عناصر F إضافية.

٤- يمكن أن ترتد إلى خلايا High Frequency of Recombination (HFR) عندما يعبر العنصر F عن خصائصه الإيبيسومية (سبق وأشرنا إليها فى المميزات وهى تعنى إمكانية البلازميد لأن يندمج أو ينفصل من الكروموسوم الرئيسى) ويُولج فى الكروموسوم البكتيرى الرئيسى. وهذا الحشد من الصفات المحكومة بالعنصر F يتحكم به عدد من الجينات أمكن معرفتها وقد تم عمل خريطة لهذه الجينات على العنصر F فى بكتيريا إ. كولاى ووجد أن الطول الكلى للدنا هو «٩٤٥٠٠» زوج نوتيدى (٩٤,٥ كيلو قاعدة Kilo base).

ها أنت ترى عزيزى القارئ كيف أن عملية نقل واستزراع الدنا، هى فى الأصل «عملية تحدث طبيعياً» دون ضجة وتعتبر بلازميدات F^- مثالاً على استزراع ونقل تتابع متتال من الدنا كما أن تكوين فاج مطعم بالدنا البكتيرى التى حللها مثال آخر لهذه العملية الطبيعية... ولقد استغل الباحثون تلك الكائنات أحسن استغلال (بفضل الله تعالى) (كما أشرنا لذلك) وأمكنهم أن يستفيدوا من البلازميد البكتيرى والفاج (وبخاصة فى بدايات الهندسة الوراثية) باعتبارهما وسيلة النقل (الناقل) التى

يحتاجـها العلماء لنقل الدنا من الواهب إلى المضـيف .. ولأن دوام الحال من المحال؛ فلقـد ابتكر الباحـثون بمرور الوقت وسـائل نقل أخرى... ومع وسـيلة النقل الأولى ووسائل النقل الأخـرى التى ابتكرها الباحـثون وأمثلة لما تم من إنجـازات سيكون لنا لقاء فى الجولات الآتية .. (إن شاء الله).. فمعنا..

جولات مع مجموعة من العوامل المؤثرة في السبعينات والثمانينات والتي أسهمت في النهوض والإسراع بتقنيات الهندسة الوراثية

مقدمة الفصل:

لعبت العوامل العديدة السابق الإشارة إليها في الفصلين الأول والثاني وغيرها الكثير والكثير (سواء تجارب أو اكتشافات وغيرها) دوراً أساسياً وفعالاً في القفز بمجالات البيوتكنولوچيا والهندسة الوراثية قفزات واسعة للأمام. وشهدت فترتا السبعينات والثمانينات توسعاً هائلاً في البيولوچيا الجزيئية تقنياً وثقافياً واقتصادياً... ويرى معظم الباحثين أنه بنهاية عقد السبعينات وباستخدام «تقنيات الدنا المُطعم» أساساً.. تزايدت عدد الكروموسومات البشرية «التي حُددت هُويتها وخرطنت على كروموسومات بذاتها أكثر من ستة أضعاف بل إلى نحو ٣٠٠ ضعف بالنسبة للچينات الأوتوزومية. وتم عرض وقبول لفكرة ومفهوم (المرض الوراثي) وأصبحنا نجد في التسعينات طرقًا مرتكزة على الدنا تطبق روتينيًا في مجالات الجراحة (نقل الأعضاء)، والدواء (السرطان) وطب الأطفال (التشخيص الوراثي) والتوليد لأمراض النساء (التشخيص قبل الولادة).

وبناء على هذا الأساس الذي يتفق عليه أغلب الوراثيين في السابق بعدم الشك في قدرة الچينات على تقرير رفاهية البشر ومن ثم، في النهاية «تحسينها»؛ فلقد تزايد استخدام علماء الصحة والأطباء لمصطلح الوراثية في إدراك مفهوم المرض الذي امتد الآن في عموم مجال السلوك البشري وتزايد حجم المجلدات الطبية عن الأمراض الوراثية وأصبح علماء الوراثة ينظرون إلى اعتبار العوامل الوراثية من بين أسباب محددات الصحة، وأنها محدد غاية في الأهمية للصحة والمرض..

وفى أثناء هذا التحول فى المفهوم تم ضم ليس فقط العلل الوراثية التى تُعتبر أمراضًا ، وإنما أيضًا الشذوذات الوراثية التى لا ترتبط بأى علة، بجانب علل قد لا تكون وراثية ولا مرضية... كل ذلك فتح الباب على مصراعيه لظهور مجالات متعددة فى عالم الهندسة الوراثية منها : العلاج الچينى، هندسة الخلايا والأنسجة و ... و... إلخ.

وسنتناول فى جولات هذا الفصل بعضاً مما تحقق فى فترتى السبعينات والثمانينات وأسهم فى النهوض والإسراع بتقنيات الهندسة الوراثية لتصل لما هى عليه الآن:

فسنعرض فى الجولة الأولى بعض الإنجازات الهامة التى تمت فى السبعينات والثمانينات مثل كلونة الدنا المتمم (دنا ـ م) فى عام ١٩٧٥م، وخرطنة چين مرض بطريقة الرفليبات وغيرها.. أيضاً نتعرض لتقنية تهجين المادة الوراثية فى موقعها والاستفادة منها.

وفى الجولتين الثانية والثالثة نتناول موضوعاً واحداً وهو وسائل النقل التى تم استخدامها لنقل وإكثار تتابعات من الدنا. . وتختص الجولة الثانية بالتركيز على الدور الذى لعبته الفاچات والبلازميد البكتيرى كوسائل للنقل مع إبراز الدور الفعَّال لباحثى مصر فى هذا المجال.

بينما يتم فى الجولة الثالثة: عرض وسائل نقل أخرى لنقل الدنا المرغوب من «الواهب» وإدخاله فى چينوم المضيف مثل الثقب الكهربائى والحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر فى النقل الوراثى، ومسدس الچينات... ثم نأخذك عزيزنا القارئ فى جولة مع إنزيمات القطع والتحديد وتكوين الرفليبات وذلك فى «الجولة الرابعة من الفصل». بينما تتنقل الجولة الخامسة (ما بين الرفليبات والفنترات والتوصل للبصمة الوراثية).

هذه هى الخطوط العريضة لموضوعات الجولات الخمس والتى سنأخذك معنا عزيزى القارئ فيها ضيفاً كريماً .. لتحلّق معنا فى سمائها .. والمزيد من التفاصيل الشائقة ستجدها فى الجولات.. فمعنا نبدأ أولى الجولات..

الجولة الأولى:

«جولة مع بعض الإنجازات الهامة فى السبعينات والثمانينات
والاستفادة من تقنية «تهجين المادة الوراثية فى موقعها»

أولاً: مع بعض الإنجازات الهامة فى السبعينات:

تم فى عام ١٩٧٥م كلونة الدنا المتمم «دنا ـ م» الخاص بالهيموجلوبين. وبنفس العام أيضًا تم التوصل إلى ابتكار طريقة سريعة (تقنيات) لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات (سلسلة أزواج القواعد فى قطع من الدنا) وذلك بواسطة علماء أمثال «جيلبرت Gilbert» بجامعة كيمبريدج بانجلترا، «آلان م. ماكسام Maxam» [بجامعة هارفارد]، و«فريد سانجر Sanger» بجامعة كيمبريدج بانجلترا و «Barrell».

٢ـ وفى عام ١٩٧٦م تم تفسير آلية تنوع الجلوبيولين المناعى وبنفس العام كان أول استخدام طبى لتكنولوچيا الدنا المطعم.

٣ـ وفى عام ١٩٧٨م تم تخليق عقار ببتيدى باستخدام الدنا المطعم .

٤ ـ وبنفس العام أيضًا تم خرطنة چين مرض بطريقة الرفليبات.

٥ـ اكتشف فى عام ١٩٧٩م چين تى بى ٥٣ {TP53} ويقع على الذراع القصيرة لكروموسوم ١٧. وهو من الچينات الكابحة للورم وعندما يُكتشف أى سلوك شاذ فى إحدى الخلايا، ويصدر تعليمات لچينات مختلفة بأن تفكك هذه الخلية من داخلها أى أن تنتحر.

ثانياً: ابتكار تقنية «تهجين المادة الوراثية فى موقعها Insitu bybridization» فى أوائل الثمانينات والاستفادة منها فى خرطنة الچينات:

ففى عام ١٩٨٠م ابتُكِرت تقنية تهجين المادة الوراثية فى موقعها، وفى نفس العام أيضاً أضافت «مارى هاربر» مادة الدكستران. (وهى من الكربوهيدرات) للتقنية السابقة لتزيدها كفاءة [حيث لاحظت أنه بوضعها مع المسبر فإنه يشكل شبكة أو كتلة تتسبب فى تعقد جزيئات المسبر، ومن ثم يصبح بالتهجين ما يكفى من الإشعاع كى يظهر بوضوح.

كيفية الاستفادة من تقنية [تهجين المادة الوراثية فى موقعها] فى خرطنة الچينات:ـ

أ) تستغل هذه التقنية مبدأ تكامل القواعد الآزوتية (س فقط مع ج، أ تقترن فقط مع ث). فإذا أخذنا مثلاً قطعة من دنا بشرى تحمل چيناً مُعيناً أو جزءًا محددًا من چين، وأنتجنا منها بالكلونة مثلاً قدراً معقولاً يكفى [حيث يُستفاد من البكتيريا فى كلونة الجزء أو الچين المطلوب].

ب) ويتم إعدادها وتجهيزها لتصبح مسبراً... وفى سبيل الوصول لذلك تتخذ عدة إجراءات منها: معالجتها بحيث تُفصل جدائل (الدنا) وتصبح مفردة، ومنها أنه يتم وسمها بواسم مشع أو بمادة كيماوية تُسبب تغيراً فى اللون.. وهكذا يصبح لدينا مسبر Probe.

ج) يتم أخذ دهكة من چينوم فردما ـ (وهو الشخص المطلوب خرطنة چين أو جزء من دنا خاص به) ـ ويتم معالجتها حتى تفصل جدائل (الدنا) وتصبح مفردة.

د) يُضاف إليها المسبر المشع، نلاحظ (اشتباك) أو التصاق أو تَهَجُّن المسبر بالقواعد المكملة له عند مكان الچين بالتحديد ـ [وتتم عملية التكامل من خلال الترابط الكيميائى بين القواعد الآزوتية بواسطة الروابط الهيدروچينية] ويتمكن الباحث بذلك من تحديد الكروموسوم الذى يحمل الچين؛ بل والمنطقة منه التى تحمله، وذلك بأخذ صورة إشعاعية، فتظهر فى الصورة بقعة سوداء فى مكان التهجين.. وهى بذلك تحدد مكان الچين وتحدد الكروموسوم الذى يحمله.

هـ) أو بملاحظة مواقع تغير اللون إذا كانت مادة الوسم تحدث تفاعلاً يعطى لوناً.

و) وبهذه الطريقة تمكنت «مارى هاربر» واثنان من زملائها فى عام ١٩٨١م من إتمام ذلك الإنجاز وتم تحديد موضع الچين المشفر للإنسولين على الخريطة بعد أن جُهزت صورة إشعاعية ذاتية بينت لطخة سوداء مُشعة على طرف الذراع القصيرة للكروموسوم رقم (١١).

٧ـ ومع ظهور تقنية تهجين المادة الوراثية فى موقعها، كانت هناك خطوة تقنية

أخرى اتخذت في عام ١٩٨٠م ومنهجها يتطلب الدقة العالية وهي تبدأ بقطعة من الدنا تحمل جيناً، أو حتى جزء صغير من جين «وكثيراً ما يبدأ «الوراثي» بقطعة من دنا مرسال»، ثم يستخدم نظاماً به إنزيم نسخ عكسي، ليقرأها عكسياً إلى دنا، يكلون هذا الدنا بعدئذ في بكتيريا تُنَمَّى لتنتج كمية منه ملائمة.

٨ ـ وفي عام ١٩٨١م أيضاً تم عزل جينات مسرطنة، وبنفس العام تم تحديد هوية طفرة مَرَضية بالطرق الجزيئية.

٩ـ وفي عام ١٩٨٣م تم عزل الفيروس المسبب لمرض الإيدز، وفي أوائل الثمانينات ابتكر العلماء بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بقيادة «ليروى هود» تكنولوچيا جديدة يمكن أن تؤتمت عملية السلسلة مع الإسراع بها، أيضًا ابتكر «تشارلز كانتور» ومعاونوه [بجامعة كولومبيا] في أوائل الثمانينات (سنة ١٩٨٤م) تقنية تسمى التفريد الكهربائي ذي المجال النابض يستطيع بواسطتها عزل شظايا الدنا الكبيرة نسبياً.

١٠ـ وفي عام ١٩٨٧م تم إنتاج فاكسين بالتطعيم الچيني.

الجولة الثانية.. جولة مع:

الفاجات والبلازميد البكتيرى.. (وسائل نقل ناجحة) وأخيراً فى مصر؟!! و..

الاحتجاج مستمر؟!!

نأخذك «عزيزنا القارئ» لتحلق معنا بين ثنايا ثلاثة موضوعات أساسية تشملها هذه الجولة وهى:

١ ـ الموضوع الأول وهو عن الفاجات والبلازميد البكتيرى.. والتي تم الاستفادة منها كوسائل نقل ناجحة للاستفادة منها فى تقنية الهندسة الوراثية.

٢ـ الموضوع الثانى: وهو لا ينفصل عن «الأول» ولكنه مكمل له وإن كان يتميز بأنه حدث أخيراً فى مصر.. حيث نقفز بجولتنا لعام «٢٠٠٣م» لنقدم لك ذلك الحدث السعيد وهو عن إنتاج بطاطس مهندسة وراثيًا فى مصر ـ باستخدام [الأجروباكتريم].

٣ـ ونستمر لبعض الوقت فى عام (٢٠٠٣) لننقل لك ذلك الاحتجاج على الأطعمة المهندسة وراثيًا.. مما يعطى لعزيزنا القارئ انطباعًا حقيقيًا عن ذلك التردد الذى يعيشه العالم اليوم ما بين الإقبال على الهندسة الوراثية ومنتجاتها بما فيها من أدوية وأطعمة مهندسة وراثياً.. وذلك الرفض والخوف من مخاطرها.

ومع الموضوع الأول نبدأ معك التحليق.. فى هذه الجولة.. فمعنا..

١ـ مع الجزء (الموضوع) الأول من الجولة:

«الفاجات والبلازميد البكتيرى.. (وسائل نقل ناجحة)»..

أولاً: المقدمة:

عقب الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية (الطور الرابع من أطوار البيوتكنولوچيا)، فى عام ١٩٧٣م.. أصبح من الضرورى فى بداية العهد بهذه التقنية والتى يُطلق عليها أيضاً [الدنا المطعوم]. أن يتمكن الباحث من إجراء معالجات الحامض النووى DNA manipulation (منابلة الدنا الوراثى) والتى تشمل أو تتضمن أو يدخل فى إطارها «مجموعة تقنيات تضم استنساخ الچين أو الدنا المنقول Gene Cloning وتطويل جزىء الدنا وتقصيره بإضافة أو حذف أجزاء منه.

وحتى يتم الأمر للباحث فإنه يستلزم أن يتوافر لديه مايلى:

١ـ طريقة لعزل مقطع الدنا المرغوب من الواهب، وهو يستلزم معرفة طرق كسر ووصل أو لحم جزيئات محددة من الدنا الناتجة من مصادر مختلفة، ويتم ذلك تحت تحكم كامل.

٢ـ معرفة تتابع النيوكليوتيدات DNA Sequencing.

٣ـ وسيلة لحمل هذا الدنا وإدخاله فى چينوم المضيف أى توفير ناقل ملائم للدنا المرغوب. وهذا يستلزم أن تشتمل وسيلة النقل أو الحامل أو الناقل على د ن أ، يمكنه أن يستقبل الدنا الواهب، وهو يستلزم معرفة طريقة لقطع الدنا الخاص بالناقل ولصق الدنا الواهب فى منطقة القطع ليصبح جزءاً من الدنا الناقل الذى يجب أن تكون له القدرة على التناسخ الذاتى حتى يمكن أن تتناسخ قطعة الدنا التى يحملها.

٤ـ طريقة لإدخال الناقل بما يحتويه من الدنا الغريب داخل خلايا المضيف التى يجب أن تكون نشطة وفعّالة ليتمكن الدنا المطعم من التعبير عن نفسه وإظهار خصائصه.

٥ـ وسيلة لانتخاب خلايا المضيف التى تحتوى على الدنا المطعَّم المطلوب، من بين ملايين خلايا النسل التى ينتجها المضيف.

وفى بداية العهد بهذه التقنية لم يكن البحث عن هذه المتطلبات وتوفيرها للمهندس الوراثى. (الباحث فى مجال الهندسة الوراثية) بالأمر السهل، وبالبحث عن تقنية لتقطيع جزيئات الدنا إلى مقاطع چينية ثم إعادة اللصق، كان الحل الأمثل هو فى إنزيمات التحديد والقطع والوصل ومن بين هذه الإنزيمات مجموعة الـ "Endonucleases" مثل "Endonuclease R" الذى يوجد فى بكتيريا القولون والذى يسمى "EcoRI".

(ولقد سبق الحديث عن هذه الإنزيمات فى جولة سابقة).

ثانياً: الاستفادة من البلازميدات والفاجات:

وحلاً لمشكلة «الناقل Vactor» المناسب: نذكر أن الحل الأمثل كان ـ وقتها ـ بالاستفادة من البلازميدات والفاجات (والتى من خصائصها أنها كيانات ذات تضاعف ذاتى وذلك إضافة لما سبق وأبرزناه فى جولة سابقة).

وفيما يلى نذكر أمثلة (تطبيقات) تبرز حسن الاستفادة من البلازميدات وذلك بتكوين (البلازميد الهجين).

ثالثاً: أمثلة:

١ـ تكوين البلازميد الهجين:

وأولى الخطوات لتحقيق ذلك تتمثل فى توفير إنزيمات التحديد والبتر والتى تعمل كمقصات، أيضًا توفير البلازميدات البكتيرية المناسبة، فعندها يصبح بإمكان الباحث بعد تتبعه وقطعه لتتابعات معينة (جينات) من جزيئات الدنا المعقدة الموجودة فى الخلية الواهبة، يستطيع أن يستعمل نفس إنزيمات التحديد أيضاً فى قطع وفتح البلازميدة البكتيرية، يلى ذلك أن يتمكن المهندس الوراثى من دمج مقاطع الواهب داخل دنا البلازميدة ـ وتسمى هذه القطعة من الدنا (مولجة Insert) ـ، ولأن النهايات المقطوعة فى البلازميد وفى الجين القادم من الواهب هى نهايات لزجة، فإنها تلتصق ببعضها ويتم تثبيتها بالمعاملة بإنزيم الليجيز الذى يلصق نهايات الأطراف.. وهكذا تتكون بلازميدة هجينة متضخمة (لإضافة قطعة الدنا المولجة) وتسمى أيضًا البلازميدة المطعمة "recombined" أو «بلازميدة مهندسة وراثيًا» ويتم إدخالها داخل البكتيريا وإعطائها الظروف لتتكاثر وتتضاعف مستقلاً عن الدنا الأساسى للبكتيرة ـ وبخاصة أن الخلية البكتيرية تتميز بقدرتها الفائقة على التضاعف الذاتى السريع فى وقت قصير، حتى أن البكتيرة الواحدة من الممكن أن تعطى ربع مليون بكتيرة فى ظرف ١٢ ساعة إذا توافرت لها الظروف المثلى للنمو والتكاثر. لذا فإنه يحدث تكاثر بعدد وفير، ليتم فى النهاية إكثار واستنساخ الجين "Gene cloning" الذى تم إيلاجه من الخلية الواهبة بأعداد وفيرة، أو لجعله يُعبر عن نفسه بطرق خاصة مناسبة لتنتج

البروتينات المرغوبة سواء إنزيمات أو هرمونات يختص بالتكويد لها هذا الچين. كل ذلك يتطلب ظروفًا وأدوات خاصة للحصول على أعلى النتائج.

افتراض... لتوضيح كيفية إجراء كلونة چين مطلوب داخل بلازميد بكتيرى:

سنفترض أننا سنستخدم إنزيم Hind III وهو يقطع بين القواعد أ، أ ومستخرج من بكتيريا Heamopilus influenzae ... والأطراف بعد البتر تكون لزجة (وسنرمز لمكان القطع بنقط).

١ـ التتابع على الجديلتين وموقع البتر:

َ٥أ . أ ج س ث ث

ث ث س ج أ . أ

٢ـ الجديلة (١) َ٥أ . أ ج س ث ث أ . أ ج س ث ث ـ َ٣

الجديلة (ب) َ٣ ث ث س ج أ . أ الچين البشرى ث ث س ج أ . أ ـ َ٥

سيبتر إنزيم Hind III بعد القاعدة أ (فى الاتجاه من َ٥ إلى َ٣)، ليخرج الچين البشرى يحده فى الجديلة الأولى من الناحية َ٥ التتابع {أ ج س ث ث {، ومن الناحية َ٣ القاعدة أ، ويحده فى الجديلة (٢) القاعدة (أ) من اليمين والتتابع ث ث س ج أ فى الاتجاه (َ٣ ـ َ٥) من اليسار، وبقايا التتابع على الجديلتين تشكل أطرافًا لزجة، لأنها غير مقترنة بالقواعد المكملة، وتبحث عنها لتلتصق بها. سيكون الچين إذًا بعد عملية البتر بالإنزيم فى الصورة التالية تحيط به الأطراف اللزجة:

الجديلة (١) َ٥ أ ج س ث ث ـ أ َ٣

َ٣ أ الچين البشرى . ث ث س ج أ َ٥

سنستخدم نفس الإنزيم (إنزيم القطع) أيضًا على حلقة الدنا البلازميدية التى تحمل نفس موقع التعرف، فيقطعها بنفس الشكل وتصبح:

َ٥ ـ أ أ ج س ث ث ــــ َ٣

َ٣ ـ ث ث س ج أ أ ــــ َ٥

(سنستعمل الحروف السوداء لدنا البلازميدة لتمييزه عن الدنا البشرى). فإذا مزجنا نواتج البتر من الدنا البشرى والدنا البلازميدى وأضفنا إنزيم الليجيز، قام الإنزيم بلحام الأطراف اللزجة فيهما، فأولج الجين البشرى بأطرافه اللزجة فى الفراغ بحلقة البلازميد الذى تحده أيضًا أطراف لزجة تتكامل مع ما حول الجين.

٥َ ـــ أ أ ج س ث ث ـــ أ أ ج س ث ث ـــ ٣َ

٣َ ـــ ث ث س ج أ أ الجين البشرى ث ث س ج أ أ ـــ ٥َ

نلاحظ الآن أن البلازميد قد تضخم بعد أن أولج فيه الجين البشرى، وأصبح دناه مطعماً.

كما نلاحظ أن التتابع الذى يعرفه إنزيم Hind III لا يزال يحد الجين البشرى فى موقعه الجديد داخل دنا البلازميد. من الممكن الآن أن يُسمح لهذا البلازميد الهجين المطعّم بالولوج insert، إلى البكتيريا، حيث يمكن أن يتضاعف ذاتياً ومع انقسام الخلية البكتيرية لنتنج من الجين البشرى ما نشاء من النسخ، وهذا يسمى الكلونة Cloningولقد كان لهذه الطريقة دورها البارز إلى أن ظهرت طريقة الـ {PCR} كطريقة أخرى لاستنساخ الجين.

ونلاحظ أن ما يتبقى من تتابع قطعة الدنا البشرى بعد أن بُتر منها الجين بأطرافه اللزجة، يمكن أن يعاد التئامه بإنزيم الليجيز.

الجديلة (١) ٥َ ـــ أ أ ج س ث ث ـــ ٣َ

الجديلة (٢) ٣َ ـــ ث ث س ج أ أ ـ ٥َ

لتكون النتيجة هى قطعة الدنا البشرى الأصلية وقد نزع منها الجين (ومعه تتابع واحد من (أ أ ج س ث ث) بالهندسة الوراثية، أى بتكنولوجيا التطعيم الجينى نستطيع إذن أن ننقل جيناً من مادة وراثية لكائن إلى المادة الوراثية لكائن آخر.

البلازميد الصناعى (المركبة) أو (المركبة صناعياً)

تم تكوين هذا البلازميد نتيجة رغبة الباحثين فى زيادة كفاءة البلازميد الطبيعى وتحسينه (المستخرج من الخلية البكتيرية مثل o1EI). لذلك تم صنع بلازميدات مركبة مكونة صناعياً، ويفضل هنا تلك البلازميدات التى تحمل عوامل وراثية معينة

يُستدل منها على وجود البلازميدة وعلى أنها تحمل قطعة الدنا المطلوبة.. بالإضافة لميزات أخرى. ومن هذه البلازميدات المصنعة: البلازميدة PBR_{322}. ومصدر هذه البلازميدات المصنعة: Col EI ويبلغ طولها [٤٣٦٢ زق].

«مكتبة الچينات Genome Library»

حيث أمكن تكوين عدد كبير من سلالات بكتيريا E.Coli تحمل بلازميدات هجينة وقد تم الحصول على تركيب وراثى كامل فى هذه البلازميدات الهجينة من خلال إدخاله على هيئة مقاطع من الدنا للبلازميد. وذلك بتوافر ظروف وتكنيك عال.

رابعاً: الشركات الاستثمارية تستفيد من «البلازميد» فى إنتاج هرمونات مثل (السوماتوستاتين والسوماتوتروبين والإنسولين):

ولقد ظهرت شركات خاصة للاستثمار فى هذا المجال مثل شركة (چين تك) ثم (سيتس وبيوجن). وتلاها ظهور شركات أخرى لاستغلال هذه التقنية الجديدة حيث عالم من الإمكانات يمتد أمام هذا المجال الجديد للأعمال؛ فيمكن حث البكتيريا على إنتاج بروتينات بشرية للطب أو للغذاء أو الاستخدام الصناعى. ويُذكر أن هرمون (السوماتوستاتين Somatostatin) - [وهو هرمون مثبط لإنتاج هرمون النمو الذى يفرزه الفص الأمامى من الغدة النخامية Pituitary gland] - هو أول هرمون بشرى تنتجه بكتيريا E.Coli فى عام ١٩٧٧م (ليس تجاريًا) ولقد تم إيلاج الچين المشفر لهذا الهرمون بجانب عشر نوتيدات تحمل إشارات العمل، وأولجوا الچين فى بلازميد ليدخل جسم البكتيريا، والبلازميد المستعمل كان من نوع يسمى "PBR322" أولجت فى البكتيريا وبتوفير ظروف خاصة تمكن الچين من العمل.

وفى عام ١٩٧٩م تم إيلاج الچين البشرى المسئول عن هرمون النمو البشرى "human growth hormone" ويسمى [سوماتوتروبين Somatotropin]، فى بكتيريا إ- كولاى لتنتج نوعية عالية الجودة ليعالج القزمية وفى الإسراع من التئام

الجروح والكسور والحروق إلخ، ومع حلول أواخر الثمانينات من القرن العشرين صُنع هذا الهرمون بواسطة البكتيريا بكميات معقولة ليحل مكان مثيله الغالى الذى كان يُستخلص من الجثث وثبت حتى وقتذاك أن المخاوف الأخلاقية ومخاوف الأمان لا أساس لها.

وبالنسبة لهرمون الإنسولين.. فلقد أنتج العلماء (صَنَّعُوا جزىء دنا مشفر لسلسلتى أ ، ب ـ المكونتين لبروتين الإنسولين)، يربطهما كودون أ ث ج (المشفر لحمض الميثيونين) ويتصل بهما چين بكتيرى أيضًا عن طريق كودون أ ث ج. أولج هذا الچين التركيبى المكبر فى بلازميد، وأُدخل فى البكتيريا (بكتيريا إ. كولاى) وتم توفير الظروف المثلى لتكاثر هذه البكتيريا، وتنميتها فى خزانات كبيرة [خزانات التخمر]، لتنتج بروتينًا مختلطًا بكميات وافرة، وهذا البروتين يتألف من سلسلتى الإنسولين متصلتين ومتصلاً بهما البروتين الذى يُشفِّر له چين البكتيريا ـ وموقعا الاتصال يحملان حمض المثيونين. ثم يضاف بروميد السيانوچين ليحطم الميثيونين، (لأن سلسلتى الإنسولين لا تحملان أصلاً هذا الحمض)، ينقسم جزىء البروتين الطويل إلى قطَعه الثلاث لتوصل سلسلتى الإنسولين بعد ذلك فى تفاعل.يكوِّن قنطرتى الدايسلَفايد بينهما. ويمكن للبكتريا إذا أُحسنت هندستها أن تنتج من الإنسولين البشرى الكثير جداً، والجدير بالذكر أنه منذ عام ١٩٨٢م، والإنسولين البشرى الناتج عن البكتيريا كان أول بروتين أُنتج ويُسوَّق تحت اسم (هوميلين "humulin") والذى لم تظهر أى آثار جانبية نتيجة استعماله، ويتميز بسعر أرخص وفى متناول مرضى السكر للعلاج به.

خامساً: استخدام البلازميد فى نقل أول صفة للنبات
(وهى صفة المقاومة للمضادات الحيوية)

ـ النقل باستخدام البلازميد «تى» الخاص ببكتيريا الأجروباكتيريم:
Agrobacterium _ mediated transformation:

الأجروباكتيريوم... هى:

نوع من البكتيريا موجودة فى التربة وتتبع عائلة الريزوبيا وتسمى:

«الأجروباكتيـريوم» وهى كائنات أولية بدائية الأنوية Prokaryotic واسمـها العلمى Agrobacterium tume faciens وهى تسبب أورامًا سرطانـية تعرف بمرض التدرن التاجى Crown gall وذلك لبعض أنواع النباتات الراقية حقيقية النواة. وبعض أنواع الأجروباكتريم تتـسبب فى تكوين الجذور الشعيرية كما فى حالة Agrobacterium rhizogenus وترجمة اسم البكتيريا هو "Agro" تعنى التربة (Soil) و bacterium تعنى بكتيـريا، و "tume" تعنى ورمًـا (tumer) وبالتالى فـمعنى الاسم هو بكتـيريا التربة محفزة الأورام "Soil _ borne bacterium induce tumors".

ولقد كـان العالمان (Smith and Townsend) هما أول من اكتـشفا المرض فى عام ١٩٧٠م حيث لاحظا وجود ورم نباتى فى التـفاح يسببه نوع من البكتـيريا ثم فى عام ١٩٧٧م اكتشف Chilton ومساعده أن السبب فى ذلك الانتقال بلازميد خاص ببكتـيريا الأجروباكـتيرم ـ (طوله نحـو ٢٠ كـيلو قـاعدة) ويسـمى البـلازميـدات Tiplasmid (tumor inducing plasmid).

ومن خـلال الدراسـات العـديدة تبـين أن انفـراد بعض هذه البـلازمـيـدات من البكتيريا عندما تصيب النبات؛ فتدخل خلاياه، ويندمج بعض من تتابعها الدناوى فى أحد كروموسومات الـنبات ويعبر عن نفسه ونتيجة هذا التعـبير هو أن يصاب النبات الراقى بالنمو السرطانى المرضى.

ولقـد ظهرت العـديد من التجـارب الناجحـة والتى تهدف إلى اسـتخـدام هذا البلازميـد فى نقل چين غريب، أو أى تتابع دناوى غريـب، إلى خـلايا النبات، وذلك بأن نُطعِّم هذا الچين (المرغوب فيـه) فى البلازميد بعد حذف مـا يحمله من الچينات المسبـبة للمـرض النباتى ويقـوم الباحـثون فى هذا المجال بإعـادة تشيـيد بلازمـيد Ti لاستخدامه فى النقل الوراثى ويتم ذلك بنزع منطقة "Ti" المرضة ويوضع بدلاً منها بلازمـيـد آخـر من E.coli يحـتوى على الچين الدال (الـكاشف) والچين المراد نقله (المطلوب) ثم يعـاد لصق البلازميـدين ويعرف هذا البـلازميـد الجديد باسم Binary vactor ويتميز بصفات منها صغر حجمه مقارنة بـ Ti plasmid فيسهل نقله للخلية

النباتية وأنه متكامل حيث يحتوى على الچينات الكاشفة والـ "Borders" وبالتالى فكفاءة النقل عالية ويمكن حفظه وإكثاره فى بكتيريا E.coli وذلك ليسهل التعامل معه وأنه يتم نقل قطع معلومة وبذلك نتجنب نقل قطع غير معلومة كما كان يحدث عند استخدام بلازميدتى، ويتم استزراع البلازميد المهجن بتقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture مع مراعاة أنه يجب قطع النسيج النباتى كأساس أولى فى عملية النقل الوراثى باستخدام الأجروباكتيرم، ويفضل استخدام «الثالب الفلينى» للحصول على أقراص من أنسجة أوراق النبات المراد النقل إليه حيث تزيد مساحة الأماكن المجروحة وبالتالى فرص زيادة كفاءة النقل الوراثى، وفى النهاية نحصل على نباتات كاملة تحمل الچين الغريب المعنى.

وفى عام ١٩٨٣م أمكن نقل چين من بكتيريا إ. كولاى إلى خلية نباتية [من «نبات الطباق»، ليصبح مُحوَّرا وراثيا] وذلك تقليداً لبكتيريا الأجروباكتيرم وعليه فكانت أول صفة نقلت عن طريق البكتيريا إلى النبات هى [المقاومة للمضادات الحيوية] وعلى الرغم من أن صفة المقاومة للمضاد الحيوى ليست ذات أهمية اقتصادية إلا أنها فتحت الباب لإمكانية استعمال هذه التقنية فى تحسين الإنتاج النباتى.

وبعدما تم التعرف على هذا الكشف الخطير ومعرفة تلك الخاصية غير المعتادة فى قدرة الأجروباكتيريام على أن تعدى النباتات بلازميد (Ti) والتى تدمج نفسها فى كروموسومات النبات، فقد أصبح كل ما على الباحث هو أن يضيف ببساطة بعض چينات للبلازميد، ويحكه فوق ورقة النبات، وينتظر حتى تثبت فيها العدوى فينمو نبات جديد من خلايا الورقة، ثم يمرر النبات الچينات الجديدة داخل البذور وكما عرفنا فإن هذه الطريقة استخدمت فى عام ١٩٨٣م لتحور وراثياً نبات الطباق أولاً وبعدها نبات البيتونيا ثم نبات القطن.. إلخ

الموضوع (الجزء) الثاني: «أخيراً في مصر..؟!!»:

أولاً: تمهيد:

لتعلم عزيزي القارئ أن بلادنا العربية ليست بعيدة عن هذه الأحداث... وكما نقلنا لكم العديد من التجارب والإنجازات التي تمت على أيدي علماء من دول عدة (كألمانيا ومن أمريكا وفرنسا وانجلترا.. أيضاً لعلنا نذكر أيضًا الباحث الإندونيسي وتوصله إلى العدد الحقيقي للكروموسومات).

فإننا سنذكر لكم الآن ذلك الإنجاز السعيد والذي تم منذ فترة قريبة على أيدي علمائنا من (مصر) والذي كان عن تمكُّن فريق علمي من إنتاج بطاطس مهندسة وراثيًا.. أما كيف؟ معنا (في النقطة الثانية) نعرف المزيد.

ثانياً: تعاون مصري ألماني لإنتاج بطاطس مهندسة وراثياً:

ففي عام ٢٠٠٣م تم الإعلان عن إنتاج بطاطس مهندسة وراثياً مقاومة للفيروس (Pvy) باستخدام الأجروباكتيريم، وتم اختبار النباتات المحورة وراثياً بمعرفة الجانب الألماني وتم الاتفاق على تقييم سلوك هذه النباتات في الحقل واختبار مدى مقاومته للإصابات الفيروسية تحت الظروف المصرية وذلك بكلية الزراعة جامعة القاهرة. وعرض د. «خضر» آفاقاً جديدة للشراكة والتعاون في مجال التكنولوچيا الحيوية النباتية مع الجانب الألماني تتضمن إنتاج نباتات فول خالية من مسببات أنيميا الفول باستخدام التقنيات الحيوية وإنتاج نخيل مهندس وراثياً مقاوم لسوسة النخيل الحمراء.

ولقد كان من المعلوم أن بكتيريا الأجروباكتيريم لا تصلح مع النباتات ذات الفلقة الواحدة (كالغلال مثل القمح والذرة والأرز)، (إلا أنه قد تم مؤخراً نشر بحث حول إمكانية استخدام الأجروباكتيريم في النقل الوراثي لنباتات الفلقة الواحدة)، ولقد كان على الباحثين أن ينتظروا اختراعًا أكثر ملاءمة، ولقد تم ذلك (بابتكار وسائل عديدة سيتم عرضها بالجولة الثانية) وظهرت لدينا نوعية من الطماطم يقل احتمال عطبها على الأرفف، وقطن يقاوم خنفساء القطن، وبطاطس تقاوم خنفساء

كلورادو، وذرة تقاوم ثاقبات الذرة ونباتات كثيرة مُهندسة وراثياً.

سار التـقدم مع النبـاتات من المعمل إلى التجارب الحقلية ثـم إلى بيعهـا تجارياً (وسيكون لنا معهـا جولات تالية)، وأحياناً أدت التجارب إلى جـذب الاحتجاج من نشطاء حماية البـيئة، وكانت المقاومـة أشد فى أوروبا عنها فى أمريكا، وفـجأة أصبح فى عام ١٩٩٣م قضيـة كبيرة عن الطعام المحور وراثياً، وسـيكون لنا لقاء مع الجانب السئ من الهندسـة الوراثيـة لـ (الوجـه الآخـر)، وحـتى هذا اللقـاء نُطلعك عـزيزى القارئ على آخر أخبار تلك الاحتجاجات على الأطعمة المهندسة وراثياً.

(٣) الموضوع (الجزء) الثالث من الجولة..

«... الاحتجاج مستمر»؟!!

أولاً: تمهيد:

قبل أن نغادر سماء عام ٢٠٠٣ ونعاود بك عزيزى القارئ التحليق بجولاتنا فى فترة السبعينات والثمانينات .. أثار انتباهنا حدث هام ينقل لك «عزيزنا القارئ» وجهة نظر البعض الآن للأطعمة المهندسة وراثياً رغم إقبال الكثير من الباحثين على إدخال المزيد من التطورات والتقنيات الحديثة على الهندسة الوراثية لحسن استثمارها فى كافة ميادين الحياة.. وفيمايلى نعرف المزيد عن أخبار هذا الاحتجاج .

ثانياً: الاحتجاج مستمر!!

هذا الاحتجاج تمثل فى شخص رئيس فيدرالية المزارعين فى فرنسا وزعيم حركة مناهضى العولمة، وكانت الصحف قد نشرت خبر إلقاء القبض عليه وكان نشر هذا الخبر فى ٢/ ٧/ ٢٠٠٣.

وكان مما نشر فى هذا الخبر أنه فى ساعة مبكرة من صباح يوم الأحد (قبل الماضى) تجمَّع مئات من رجال الشرطة حول منزل «چوزيه بوفيه» فى مقاطعة (إيفرون) فى الجنوب الفرنسى، وتم إيقاظه وأخذه عنوة وبعد دقائق وجد نفسه على متن طائرة هليكوبتر باتجاه السجن ليقضى به عقوبة الحبس عشرة أشهر والتهمة هى اقتلاعه أكثر من ثلاثة آلاف شتلة أرز.. ومساحة لا تقل عن فدانين مزروعة بالذرة ولقد شاركت مجموعة من الرفاق چوزيه بوفيه فى اقتلاع هذه الأشجار لأنها من وجهة نظرهم ليست إلا قنابل موقوتة تفتك بصحة الصغار والكبار باعتبار أنها ثمار لعملية دقيقة من الهندسة الوراثية.

ولقد أطلق بوفيه على هذه النباتات الأطعمة المعدلة وراثياً وحذر من مخاطرها فى أكثر من مناسبة إلا أن كبريات الشركات المستثمرة فى الحقل الزراعى لم تلتفت إلى تحذيراته، واستمرت فى إجراء تجاربها التى تستهدف زيادة الإنتاجية عبر التلاعب

بالجينات الوراثية والتى ترجح الدراسات العالمية أنها تشكل خطراً حقيقيًا على الجسم البشرى.

والمعروف أن نجم بوفيه كان قد لمع عقب قيامه بالاعتداء على أحد مطاعم الوجبات الأمريكية السريعة فى مدينة «ميو» الفرنسية احتجاجًا على السياسة الزراعية الظالمة بين أمريكا ودول الاتحاد الأوروبى والتى بمقتضاها ردت واشنطن على رفض أوروبا السماح باستيراد اللحوم المهربة من أمريكا، بفرض ضرائب بنسبة ٦٠٪ على أنواع الجبنة الفرنسية، مما تسبب فى الإضرار بأكثر من ٣٦٠ ألف أسرة تتخصص فى إنتاج هذه الأنواع فى جنوب فرنسا ، وكان جوزيه بوفيه قد أمضى نحو أربعة أشهر فى السجن كعقوبة على تحطيمه لهذا المطعم وها هو يتكرر المشهد معه، ولكن فى ظروف وسياقات أخرى.

ردود فعل

وقد أثار اعتقال بوفيه ردود فعل متباينة فى مختلفة الأوساط السياسية والزراعية، وأعلنت عشرات النقابات والفيدراليات تضامنها معه، وحشدت أعضاءها للتجمهر أمام مقر العدالة فى باريس ورفعت شعارات قاسية منها: المافيا تجلس على مقاعد السلطة بينما بوفيه المناضل يُلقى به فى السجن، واتهم نفر من أنصار زعيم فيدرالية المزارعين للحكومة الفرنسية بالتواطؤ مع الأمريكان لأن إيداع بوفيه فى السجن هو أمر لا يطرب له سوى الأمريكيين الذين يعتبرونه عدوهم الأول، الرافض للحوم المهرمنة والغذاء المعدل جينيًا وطالب النقابيون بضرورة إطلاق سراحه فى أقصى سرعة لأنه ليس مجرمًا . وسخروا من الإجراءات الصارمة التى اتخذت ضده وقالوا: إن الحكومة تتهاون مع الأشخاص المتهمين بأعمال إرهابية، ومرتكبى الجرائم ضد الإنسانية، بينما تتشدد ـ دون أدنى مبرر ـ مع المناضلين النقابيين أمثال جوزيه بوفيه.

ولقد أثارت واقعة الاعتقال نقاشات عديدة حول قيام المزارع الكبرى بإجراء تجارب لإنتاج أطعمة معدلة وراثيًا مما يجعلها تدخل تحت شعار «الطعام الردىء»

الذى كان أطلقه جوزيه بوفيه قبل سنوات وهو يحذر من تسليح الإنسان والعالم (كان ذلك فى كتاب له بعنوان: العالم ليس سلعة).

ومن جانب آخر تشهد أروقة منظمة التجارة العالمية منذ فترة جدلاً حول الأطعمة المعدلة وراثيًا خصوصًا فى ضوء الدعوى التى أقامتها أمريكا ضد أوروبا وانضم إليها عدد من دول العالم.

والمعروف أن أمريكا ليست بريئة تماماً من مثل هذا الاتهام فهى من جانبها تتحمس لإنتاج اللحوم المهرمنة.. (التى ترفضها أوروبا) .. ولذلك فهى تتعمد أن تقف لأوروبا بالمرصاد وتثير قضية الأطعمة المعدلة جينياً بدعوى أنها باتت ضرورة للتغلب على المجاعة التى تنخر فى عظام أكثر من ثلث العالم.

وعلى صعيد آخر رفض عدد من الوزراء فى فرنسا وأوروبا التعليق على اعتقال جوزيه بوفيه واعتبر أن الملف برمته يقع فى اختصاص وزارة العدل، وإن لم يخف ضرورة أن دخول بوفيه كنقابى بارز إلى السجن ليس فى صالح الديمقراطية لكن القانون ، فى كل الأحوال ـ يجب أن يُطبق دون عقد.

الغريب أن أقدار جوزيه بوفيه زعيم فيدرالية المزارعين فى فرنسان جعلته مرغوبًا ومرفوضًا فى آن واحد، فأوروبا تقسو عليه، وتتعامل معه كخارج على القانون، لكنها فى نفس الوقت تتمسك بمنطقه وحججه فى أروقة المنظمات الدولية خوفًا من أن ينتشر الطعام الردىء الذى يسكن فى جوف المستهلكين فيكون قنبلة موقوتة، بمعنى آخر: سيظل بوفيه رمزًا لنضال دعاة ألسنة العولمة فى مواجهة الاحتكار والرأسمالية وفرض الأمركة بالقوة.

سادساً:

المثال الثانى:

استخدام الفيروسات لنقل مقاطع الدنا من الواهب

نترك عام ٢٠٠٣م ونعود مرة أخرى لنحلق بجولاتنا لفترة السبعينات والثمانينات... ونذكرك «عزيزى القارئ» بأن محور جولتنا الأولى هو «استخدام

الفاجات والبلازميد البكتيرى» كوسائل نقل ناجحة فى فترة السبعينات والثمانينات.. ولقد تحدثنا فى النقاط السابقة عن استخدام البلازميد البكتيرى كوسيلة نقل ناجحة وبقى لنا أن نتحدث عن استخدام الفاچات كوسيلة نقل ناجحة... والحديث هنا ليس جديداً فلقد أشرنا فى جولة سابقة إلى ذلك التقدم والنجاح الذى تم بميلاد العلاج الچينى وما يحدث فى استخدامه الآن من تطورات تبشر بإمكانية تطبيقه على المستوى العام فى المستقبل القريب وأن هذا الميلاد للعلاج الچينى تحقق بعد أن تم اكتشاف إنزيم النسخ العكسى بالفيروسات الارتجاعية وأشرنا إلى أنه لا زال هناك تخوف من مدى الأمان فى استخدام الفيروسات فى العلاج الچينى.. وفى المقابل هناك جرأة من قِبَل آخرين لم يمنعهم الحرص على حياة المرضى من الإقدام فى استخدام أسلوب العلاج الچينى وتطويره مستفيدين من خصائص بعض أنواع الفيروسات .. وتناولنا فيما سبق قصة الطفلة «أشانجى» ونجاح استخدام أسلوب العلاج الچينى فى علاجها.

أيضاً أفردنا جزءاً من جولة سابقة للحديث عن ظاهرة «الاستنقال» (وهى النقل الوراثى بالفاچP_{22}).

ولعلنا نستنتج من كل ما سبق سعى الباحثون لحسن الاستفادة من خصائص الفيروسات وتزايد قيمة أنواع عديدة منها، مما أدى إلى اعتبار بعضها وسائل جيدة لنقل أجزاء من المادة وسنضيف هنا مزيداً من المعلومات عن بعض هذه الخصائص والمميزات التى تم استنتاجها من خلال التجارب والأبحاث العديدة على الفيروسات والتى منها ما يلى:

١ـ تقع الفيروسات فى منطقة ما بين الكائنات الحية (حيث يمكنها أن تتكاثر وتتضاعف بتوافر الظروف المناسبة). وبين المواد الغير حية (حيث يعيش الفيروس فى صورة مُتبلرة كالجماد إذا لم تتوفر الظروف المناسبة).

٢ـ وهذه الظروف (المناسبة) هى أن يجد الفيروس عائلاً مناسبًا يتطفل عليه ويعيش بداخل خلاياه. هذا العائل هو كائن حى يناسبه حيوان أو نبات أو بكتيريا لذا فنحن نقول إن «الفيروسات كائنات متخصصة».

٣ـ يتكون الفيروس من مادة وراثية يحيط بها غلاف بروتينى Protein Coat من الجليكوبروتين glycoprotein، وتكون المادة الوراثية عادة من الدنا، الذى يؤلف عدداً من الچينات فى صورة شريط أو حلقة.

٤ـ تمت سلسلة الچينومات الكاملة للكثير من الفيروسات، وعُرف عدد القواعد بها، ولعلنا نتذكر أنه فى عام ١٩٧٧م كان قد تمت سلسلة ونشر أول چينوم كامل النص للفيروس (فاى ـ إكس ١٧٤) {وكان قد تم النشر فى مجلة نيتشر}، وتبلغ عدد أزواج القواعد فى الچينوم الخاص به {٥٣٨٦}، وهناك الفاج {5V40} وتبلغ عدد أزواج قواعده {٥٢٤٣}، والفيروس «لمدا» وتبلغ عدد أزواج القواعد فى الچينوم {٨٥١٣}.

٥ـ ومعنى «الفاج» هو {تلك الفيروسات التى تهاجم البكتيريا}، فتسمى الفاچات أو لاقمات البكتيريا».

٦ـ يعتمد الفيروس فى تكاثره على الخلية الحية العائلة hostcell فيسخر آليات النسخ بهذه الخلية وآليات الترجمة والتضاعف للإكثار (من چيناته)، فتخرج فيروسات جديدة من الخلية ربما بعد أن تقتلها وتحللها وتصيب غيرها.

٧ـ الفيروسات الارتجاعية (retroviruses) هى نوع من الفيروسات تتميز مادتها بأنها من (الرنا وحيد الجديلة وليس مادة الدنا) وهذه الفيروسات عندما تهاجم خلايا الكائن الحى المناسب فإنها تصيب من خلايا هذا الكائن خلاياها التى تنقسم. وعن طريق إنزيم النسخ العكسى الخاص بها تتمكن فى النهاية من تشكيل فيروسات جديدة تخرج من الخلية لتصيب غيرها . ومن هذه الفيروسات (فيروس الإيدز).

٨ـ من أمثلة الفاچات التى أمكن استغلالها الفاج لمدا "Lambda Phage".

٩ـ كان يعتمد «بشكل أساسى» على البلازميد البكتيرى والفاچات كحاملة للمادة الوراثية المنقولة، نظراً لإمكانية تضاعف المادة الوراثية الهجينة (الدنا الهجين أو المطعوم) بهذه البلازميدات أو الفاچات لما تتميز به من مقدرتها الفائقة على التضاعف الذاتى السريع فى وقت قصير، وبالتالى يتضاعف ما بها من الدنا المطعوم

ليصل لكمية معقولة ليمكن بالتالى فصله والحصول عليه. أيضًا هناك چينومات الفيروسات الحيوانية «مثل Sv40» حيث يستخدم فى النقل والاستزراع بالخلايا الحيوانية.

١٠ـ هناك فيروسات يُحدِث بها الباحث اقتضابًا (أى نقصًا فى چينوم الفيروس الفاج) لتصبح نتيجة حدوث هَذا الاقتضاب بها أكثر تطويعاً، ويستفاد منها أكثر فى التجارب المختلفة.. وبالتالى يمكن استزراع قطع دنا مختلفة عند مراكز القطع المستنقصة ويسمى هذا الفاج المقتضب {gtc}.

١١ـ هناك دراسات تم إجراؤها فى الثمانينات أدت إلى تكوين سلسلة الفاجات لمدادات قابلة لاحتواء ونقل مقاطع أطول من الدنا وتسمى سلسلة شارون Charon Series، كما أمكن أيضًا استعمال الفاج المسمى M13 لنقل مقاطع طويلة نسبياً من الدنا.

الجولة الثالثة: مع وسائل أخرى لنقل الدنا المرغوب من الواهب وإدخاله فى جينوم المضيف:

حيث أصبحت هناك وسائل أخرى متعددة إضافة للبلازميد البكتيرى والفاچات نذكر منها:

١- تم تحويل خلايا الخميرة بنجاح لاستزراع چينات الكائنات مميزة النوى وذلك باستعمال البلازميد المسمى 2um الموجود فى كثير من سلالات الخميرة وذلك بعد إدماجه مع أحد البلازميدات البكتيرية.

٢- الكوزميدات Cosmids :

وهذه هجن ما بين بلازميدات وفاچات لنضا ، ويمكنها أن تحمل قطعاً من الدنا الغريب يصل طولها إلى ٤٠ ألف زق ومنها كروموزومات الخميرة الاصطناعية.

كروموسومات الخميرة الاصطناعية (الياكات yeast artificial Chro (YACs) mosomes**: وهذه الياكات قد تحمل بضع مئات الآلاف من الدنا الغريب).**

٣- دمج البروتوبلاست Proto Plast Fusion (خاصة بالنبات):

حيث تستخدم بعض البوليمرات والأيونات لتزيد من نفاذية غشاء البلازما الخاص بالخلايا المختلفة النوع والمطلوب دمجها أو يحدث خلل فى تركيب الجدار ليزال وبالتالى بعد إزالة الجدر السميكة تصبح البروتوبلاست (المحتوى الموجود بالخلية - عارياً) ثم يتم اندماج كل خليتين معاً (كل خلية من نوع نبات غير الثانى).. ويتكون (هجين جسمى Somatic hybryids)؛ وإذا حدث اندماج للبروتوبلاست دون أن تندمج الأنوية، بمعنى اندماج السيتوبلازم فقط يتكون (سيبرد Cybrid)، واندماج البروتوبلاست بمساعدة الكيماويات - دمج كيماوى {Chemical indeced fusion} ويمكن أيضاً اندماج البروتوبلاست بمساعدة تيار كهربى مستمر وتُعرف هذه العملية بالدمج الكهربى (Electro fusion)، وفى كلا الحالتين يتكون هجين جسمى يحتوى جميع الصفات الموجودة فى النباتين (المعطى والمستقبل) بغض النظر

عن التوافق الجنسى بينهما، ويمكن من خلال هذه التقنية نقل أكثر من چين أو الصفات التى يتحكم فيها العديد من الچينات (Polygenic) ولا تتوافر هذه الخاصية مع أى وسائل نقل أخرى.

٤ـ الحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر فى النقل الوراثى:

Microinjection and UV Laser microbeam - mediated transformation:

هى طرق أكثر صلاحية فى حالة الحيوان أو الإنسان عندما يكون الهدف هو نقل چين لبويضة واحدة أو عدة بويضات على الأكثر، وهى تحتاج لمهارات خاصة، وفى حالة الحقن الدقيق (Microinjection) تستخدم أنبوبة شعيرية دقيقة لنقل البلازميدات إلى نواة الخلية. وفكرة استخدام شعاع الليزر فى النقل الوراثى مأخوذة من استخدام شعاع الليزر فى الجراحة حيث يستطيع شعاع الليزر عمل ثقوب فى جدار الخلايا ومن خلال هذه الثقوب تدخل البلازميدات أو الحقن الدقيق للچينات فى الخلايا.

ويُفسح الحقن الدقيق الطريق إلى تكنيك أكثر حذقًا، له ميزة واضحة واحدة، إنه يمكِّن من أن يولج الچين فى موضع محدد بدقة، تحوي مضغة الفأر، وهي فى عمر ثلاثة أيام، خلايا تعرف بالخلايا الجذعية للمضغة، وإذا استخلصنا إحدى هذه الخلايا وحقنَّاها بجين، كما اكتشف ذلك لأول مرة ماريو كابتشي عام ١٩٨٨، فإن الخلية ستصل أطراف هذا الجين بداخلها عند النقطة نفسها بالضبط التى ينتمى إليها الچين، ليحل مكان نسخة الچين الموجودة من قبل، أخذ كابتشى من فأر مستنسل چينًا ورمياً اسمه إنت ـ ٢ (int-2) وأولجه فى خلية فأر بأن فتح مسام الخلية لزمن وجيز، فى مجال كهربائى، ثم راقب ما يحدث، الچين الجديد يعثر على الجين المغلوط ليحل محله. وتسمى هذه العملية «التوليف المتماثل» homologous recombination وهى تستغل حقيقة أن الميكانيزم الذى يصلح أمر دنا المعطوب كثيراً ما يستخدم الچين الإضافى على الكروموسوم النظير كقالب للطبع. ويُخطأ فى فهم الچين الجديد على أنه هذا القالب ويُصحح الچين الموجود من قبل حسب ذلك. وبعد

تعديل الخلية الجذعية هكذا، يمكن أن يعاد وضعها داخل مضغة لتنمو إلى فأر كيميرى ـ فأر تحوى بعض الخلايا فيه الچين الجديد.

يتيح التوليف المتماثل للمهندس الوراثى، لا أن يرمم الچينات فحسب وإنما أن يفعل أيضاً عكس ذلك، أى أن يعطب عن عمد چينات شغالة بأن يولج نسخاً مغلوطة مكانها، ونتيجة ذلك هى ما نسميه فأراً مضروباً ضربة ناضية، حيث ينشأ، وقد أُسكت چين واحد فيه، الأمر الذى يتيح الكشف عن الهدف الحقيقى لذلك الچين، ويدين اكتشاف ميكانيزمات الذاكرة ديناً كبيراً للفئران التى ضربت ضربة قاضية، كما تدين لها أيضاً مجالات أخرى من البيولوچيا الحديثة.

٥ـ الثقب الكهربائى Electro Poration:

حيث يتم دخول الدنا المراد نقله إلى الخلية من خلال نفاذية غشاء البلازما للبروتوبلاست التى تزداد نتيجة وجود البروتوبلاست فى مجال كهربى وبمعنى آخر يفتح ثقوباً فى أغشية الخلايا تمر منها الچينات المطلوب نقلها، ومن ذلك يتضح أن هذا النظام من أنظمة النقل الوراثى يتطلب :

(أ) مزارع بروتوبلاست. (ب) مصدر تيار كهربائى مستمر.

٦ـ مسدس الچينات Gene gun:

توظف هذه الطريقة سرعة اندفاع غاز الهيليوم والقادم من أسطوانة هيليوم من خلال صمام تحكم فى دفع جزيئات دقيقة جداً من الذهب أو التنجستين، ومُحمَّل فوق سطح هذه الجسيمات ـ (مُغطاة) بالدنا المراد نقله للخلية بمساعدة مادة غروية لاصقة تزيد من التصاق الدنا على جزيئات الذهب (الحاملة)، فيمر إلى السيتوبلازم من خلال جدر الخلايا وأغشيتها، وتُعرف هذه الجزيئات بالقذيفة الدقيقة Microprojectle وبمرور القذيفة خلال شبكة معدنية تتشعب إلى مجموعة من القذائف الدقيقة التى تصطدم بالنسيج النباتى وتخترق خلاياه.

٧ـ النقل المباشر Direct gene transfer فى النبات:

كانت هناك محاولات لنقل البلازميد (الدنا) إلى الخلية النباتية مباشرة دون

الحاجة إلى استخدام عائل حيوى مثل الأجروباكتريم أو الفيروس ولعل أول تجربة ناجحة على النقل المباشر إلى البروتوبلاست كانت فى عام ١٩٨٢م.

ويلزم لنجاح النقل المباشر أن تكون الخلية فى حالة البروتوبلاست [والبروتوبلاست كما سبق وأوضحنا هو : خلية تم نزع جدارها الخلوى]، وبالتالى نكون قد منعنا أول عائق يمنع وصول الدنا المطلوب إيلاجه إلى داخل الخلية النباتية، بعد إزالة الجدار الخلوى، ويتبقى الغشاء البلازمى ويتم معاملته بمواد خاصة تضاف إليه فى المعمل من «بوليميرات وأيونات فتزيد من نفاذية غشاء البلازما وتحدث ثقوب أو خلل فى تركيبه وبالتالى يزداد معدل مرور الدنا المولج من هذا العائق، مما يسمح بمرور الجزيئات كبيرة الحجم مثل البلازميدات (الدنا).

٩ـ الكروموسوم البشرى الاصطناعى Artificial human chromosome:

ففى عام ١٩٩٧م استطاع فريق من الباحثين الأمريكيين تصنيع كروموسوم بشرى اصطناعى ـ بأن أخذوا بعضاً من دنا كرات دم بشرى بيضاء، ثم قاموا بتصنيع تيلوميرين بربط آلاف من وحدات دناوية.. (تم تصنيعها آلياً) كما صنعوا أيضاً بنفس الطريقة سنترومير ا. غلفوا هذه المكونات الثلاثة باللبيدات حتى يمكن تمريرها من غشاء الخلية، ثم أولجوها فى خلية سرطانية بشرية (تم تربيتها فى مستنبت بالمعمل) فإذا بالخلية تقوم أوتوماتيكياً بتجميع هذه المكونات فى صورة كروموسوم اصطناعى، ثم وجدوا أن هذا الكروموزوم الاصطناعى يورِّث، عند انقسام الخلية، إلى الخلايا الجديدة، تماماً مثل غيره من كروموزومات الخلية. وكان الكروموزوم الاصطناعى يورث وكان فعالاً. ويعتبر الباحثون الكروموسوم البشرى الاصطناعى فتحاً جديداً فى مجال علاج البشر بالجينات، ففيه يمكن أن يُنقل الجين الذى يحتاجه المريض إلى خلايا دمه، دون اللجوء إلى الفيروسات التى قد تولج مادتها الوراثية فى غير المكان الصحيح إضافة إلى العديد من المخاوف المحتملة.

الجولة الرابعة:

مع إنزيمات القطع والتحديد وتكوين الرفليبات:

بدأت فى عامى ١٩٧٨م، ١٩٧٩م دراسات قام بها «دافيد بوتشتاين» {من معهد ماساتشوستس التكنولوجى} فى ذلك الوقت ثم انتقل بعدها لجامعة ستانفورد، وكان معه مجموعة من الباحثين، واستنتج من هذه الدراسات أنه نتيجة لاستعمال إنزيم تحديد على الدنا الوراثى (والتى تم اكتشافها فى عام ١٩٧٠م) لبضعة أشخاص ينتج زمراً من الشظايا (قطع متباينة وغير متساوية الأطوال) تختلف أحياناً اختلافاً بيناً من فرد إلى آخر.. على عكس المُتوقع وهو أن تُقطع هذه الإنزيمات عند مواقع محددة فتنتج أطوال متساوية.. ولكن النتيجة توضح أن هذه الإنزيمات تعرفت على الأماكن التى تقطع بها {وهى تسمى مواقع البتر التى تتعرف عليها إنزيمات التحديد {Recognition Sites} ذلك فى أماكن متفرقة بالدنا وهى تختلف من شخص لآخر.. فقطعت عندها؛ لذا نتجت أطوال غير متساوية.. وفى ضوء بحث العلماء عن تفسيرات تفسر السبب فى اختلاف «مواقع أو أماكن» تعرف الإنزيمات القاطعة؛ نجدهم عللوها لعدة أسباب:

١- إما لأسباب طبيعية تحدث للكروموسوم أثناء عملية الانقسام وهى خاصية العبور بينه وبين الكروموسوم الأخوى المقابل له فيتبادلا الأجزاء بينهما.

٢- أن موضع «مواقع التحديد» {موضع التتابعات التى يعرفها الإنزيم} تتباين من شخص إلى آخر بسبب حدوث طفرات حدثت فى تتابعات النيوكليوتيدات بشريط الدنا لهؤلاء الأفراد {وعلى وجه الدقة فى تتابعات القواعد}.

٣- إما السبب طبيعى أو بتدخل ملوثات ومؤثرات عديدة من البيئة.

ولقد أُطلق على هذه الزُمر من الشظايا مصطلح {الرفليبات}، وبما أن هذه الرفليبات تتباين من شخص إلى آخر. (كما سبق وذكرنا بأعلى) بسبب طفرات حدثت فى تتابعات القواعد، فهذا يعنى أن كل رفليب يعادل طفرة، بل هو طفرة.

ولقد أتاحت هذه الاكتشافات (التى قام بها دافيد بوتشتاين وغيره) الفرصة إلى إيجاد مجال جديد وفريد للتباين بين الأفراد يمكن الاستفادة منه.. «وهو ما سنعرفه بعد قليل».

فالرفليبات إذن {RFLPS} هى: كلمة مختصرة من مصطلح أطلقه الباحثون على زمر من شظايا الدنا والمصطلح الأساسى هو: {Restriction Fragment length polymorphisms} ومعناها هو: «تباينات طول شظايا التحديد» أو الرفليبات. أو (التباين بين الأفراد فى حجم شظايا الدنا التى تقطعها إنزيمات تحديد معينة، ولقد أمكن تحديد مواقع نحو ٣ آلاف رفليب مبعثرة على طول كروموزومات الچينوم البشرى، أمكن رسم خرائط توضح مواقعها لتصبح بمثابة مجموعة ضخمة من الواسمات تشكل شبكة موزعة على الكروموسومات البشرية يمكن أن ننسب إليها الچينات وأن نخرطنها (وسنلقى عليها مزيداً من الضوء بعد قليل).

والسؤال الذى يتبادر للذهن هو:

١ـ هل تختلف الرفليبات فى نفس الشخص كما قد تختلف بين الأفراد؟ وكيف تم الاستفادة منها؟ وهل ظهر ما هو أحدث من الرفليبات؟ وكيف تم الاستفادة من الأحدث؟!! وسنجيب عن هذه الأسئلة. بالترتيب..

أولاً: الدور الذى تلعبه إنزيمات التحديد والاختلاف فى نفس الفرد:

سبق وأن عرفنا من الجولة الخاصة بإنزيمات التحديد أنه يوجد على جديلتى الدنا مواقع تعرف "recognition sequences"، وعندما يعثر إنزيم التحديد المعين على موقعه الخاص (مواقع تعرفه الخاصة به). والمتفرد بشريط الدنا الوراثى (المأخوذ من شخص ما)، فإن هذا الإنزيم يبتر الدنا فى الموضع بالضبط، وكأنه (أى الإنزيم) مقص صغير منمم.. وتشظى إنزيمات التحديد چينوم أى كائن حى إلى عدد كبير من القطع قد يصل فى الإنسان إلى ما يزن قطعة وتتراوح أطوال هذه الشظايا (أو المُزق) ما بين عشرات الآلاف وبضع آلاف من أزواج القواعد.

ومن خلال الدراسات العديدة والمتواصلة استنتج الباحثون أنه عند استخدام إنزيم تحديد معين على مقطعى دنا "DNA Segments" من نفس الموقع فى كروموزومين شقيقين لفرد، يحمل كل منهما أليلاً مختلفاً لچين.

والآليل Allele: واحدة من صور بديلة متعددة للچين ويشغل موقعاً محدداً على الكروموسوم يرث الفرد آليل واحداً لكل موقع من كل من الأبوين وبذا يحمل

كل فرد آليلين لكل چين] إن الشـظايا الناتجة عن البتر قـد تختلف طولاً (قطع متـباينة وغير متسـاوية الأطوال) ذلك أن أحد الأليلين قد يحمل حروف تتابع التعـرف، فيُبتر عندها، بينما لا يحمله الأليل الآخر فينجو من البـتر، ومن بين التفسيرات لسبب هذا الاختلاف أنه: ـ نتـيجة لحدوث طفـرة فى موقع القطع تسببت فـى عدم تعرف إنزيم التـحـديـد على الموضع فلم يقـطع، وأضف إلى ذلك الاخـتـلاف فى نـفس الفـرد، اختلاف آخـر ولكنه بين الأفراد؛ فقـد يختلف فردان فى مكان الموقع الذى يقـوم فيه إنزيم تحديد مـعين بقطع الدنا، ونتـيجة لذلـك سيتـباين طول شظايا الدنا الـناتجة من الشخصين باسـتخدام إنزيم تحديد واحد على نفس المنطقـة الكروموزومية، ويستـفيد الباحـثون من كل ما سبق ذكـره من اختلافـات كثيراً ومنـهـا أن ثمة اختـلافات يمكن كشـفهـا بين الأفراد عند سلسلة الدنا تُظهـرها الرفليبـات، لكنها لا تظهـر فى شكله الخارجى (الذى تستخدمه خرائط الارتباط). ومعنى ذلك أن المظهر الواحد (الذى قد يكون مـرضًا وراثيًـا) قد ينجم عن أليـلات مخـتلفة دناوية كلٌ منهـا ينشأ عن طـفرة mutation فى مكان مـخـتلف من نفـس الچين تفسـد عمـله. أيضًـا من الممكن أن تستخـدم الفروق فى حجم الشظية نتيجـة استخدام إنزيم تحديد يبتـر دنا شخصين أو عـدة أشـخـاص] فى تمييـز فرد عن آخـر، وكـرومـوسـوم عن آخـر، وهذه الفـروق (الرفليبات) تمتاز بأنها تورث، مثلما الچينات بطريقة مندلية عادية، ونظراً لما سبق من خصائص فإن الباحـثين يمكن أن يستعملوا الرفليبات ويستفيـدوا منها كواسمات فى دنا الفرد، بـل هناك من يُطلقون عليـها نفس المصطلح أى أنهـا [واسمـات دنا عديدة الصور ـ أو بوليمورفية، «إذا استخـدمنا مصطلح علم الوراثة»، [والبوليمورفية «تعدد المظهـــر» Polymorphism هى: اخـتلاف فى تتـابع دناوى بين الأفـراد والتبـاينات الوراثية التى توجد بالعشـيرة بنسبة تزيد على ١٪ تعتبر بوليمورفـيات مفيدة لتحليل الارتباط الوراثى].

ملحوظة هامة:

«تقدمت البحوث فى هذا المجال كثيراً منذ سبعينات القرن العشرين وحتى بدايات القرن الواحد والعشرين، وأصبحنا نجد أنواعًا كثيرة من واسمات لا تتطلب إنزيمات التحديد وتقوم أيضاً بمهمة تحديد هوية مناطق خاصة فى الدنا».

وبما أن كل رفليب سبق وذكرنا أنه طفرة فإنه يمكن تتبعها بتحليل الدنا فى الأجيال المتتابعة بل ومن الممكن أن تستخدم فكرة العبور وخرائط الارتباط فى تحديد مواقع الرفليبات: كلما تباعدت مواقعها على الكروموسوم ازدادت نسبة العبور بينها. بل وقد يمزج بين مواقع الچينات فى هذا الشأن؛ فنقدر المسافة بين كل رفليب وچين. ولقد أفاد الرفليبات كثيراً فى تشخيص العديد من الأمراض الوراثية، بل إن رفليباً قريبًا جداً من چين مرض ما قد يصلح كدليل قوى إلى تشخيص مرض وراثى «وسنذكر بعد قليل أمثلة لاستخدام الرفليبات فى الأمراض الوراثية».

مواقع تعرف إنزيمات التحديد

"Restriction Enzymes Cleavage Sites":

قد توجد مواقع التعرف فى جوار الچينات، وليس بالضرورة فى تتابعها المشفر، فقد نجدها فى تتابعات التنظيم وفى الإنترونات **introns** كان يُعتقد أنها مناطق لغو لا تُشفر لشىء نعرفه (لكن هناك بوادر تفيد بأهميتها الآن)، وفى سقط الدنا **Junk DNA**.

أمثلة للاستخدامات المتعددة للرفليبات:

ومن بين هذه الأمثلة نذكر سبعة استخدامات وهى:

أولاً: اعتبار مجموعة الشظايا التى يخلفها إنزيم التحديد من الخصائص المميزة لهذا الچينوم.

ثانيــاً: عندما تصبح الرفليبات شبكة من الواسمات والبحث عن چين مرض هنتنجتون.

ثالثاً: استخدام الرفليبات فى الكشف عن أمراض أخرى.

رابعاً: فوائد أخرى للخرطنة الوراثية مثل القدرة على تطوير أدوية خاصة بكل فرد.

خامساً: الاستفادة من أحد الإنزيمات فى الكشف عن چين مرض وراثى بالحيوان.

سادساً: فى البحث عن أصول الإنسان.

سابعاً: فى إنشاء مكتبة للچينوم البشرى.

وفيما يلى نلقى الضوء على كل مثال:

أولاً: إن مجموعة الشظايا التى يخلفها أى إنزيم تحديد بعد عمله على چينوم أى كائن، تعتبر من الخصائص المميزة لهذا الچينوم، ومن الممكن بسهولة إذا كان حجم الچينوم صغيراً أن تستخدم فى رسم خريطة فيزيقية له، أما إذا كان حجم الچينوم كبيراً، فمن الممكن أن يُستعان بالكمبيوتر لرسم مثل هذه الخريطة، وفى أحد الأوقات تم بالفعل تطوير تقنية تؤتمت تحليل بوليمورفية الدنا باستخدام محطة عمل روبوتية يمكنها أن تتعامل مع أطباق بكلٍّ ٩٦ نقرة صغيرة - وبذا ففى المقدور أن تحلل ٩٦ واسماً وراثيًا فى نفس الوقت أوتوماتيكياً. مكنت هذه الإجراءات من: (١) تكثير مقطع الدنا المطلوب اختباره للبوليمورفية عن طريق تفاعل البوليميريز المتسلسل. (٢) تحليل البوليمورفات لتحديد الصور الموجودة. (٣) قراءة النتائج أوتوماتيكيًا وتخزينها مباشرة فى الكمبيوتر.

ثانياً: عندما تصبح الرفليبات شبكة من الواسمات والدالات الوراثية أو: [خرطنة الچينات باستخدام الواسمات الرفليبات والبحث عن چين مرض هنتنجتون]:

١- كانت سلسلة القواعد مهمة عسيرة؛ فقد تطلب الأمر فى عام ١٩٧١م سنتين لتحديد تتابع طوله ٢٠ زقًا لا أكثر لذا كانت حيرة الباحثين فإذا كان الأمر قد تطلب سنتين لتحديد تتابع الـ ٢٠ زقًا فكيف يتسنى لهم سلسلة ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ مليون زق؟

٢- ومن خلال الأبحاث الناجحة التى استهدفت الرفليبات؛ منذ نهاية السبعينات من القرن الماضى، رأى عدد من الوراثيين ومن بينهم البيولوچى «دافيد بوتشتاين» وعدد آخر من زملائه أهمية حُسن الاستفادة من التباينات الموجودة فى أى مكان مجاور للچين، وأنه يمكن استخدامها كدالات قريبة من الچينات للكشف عن

الجينات المطلوبة ومنها تلك الجينات المتسببة فى حدوث الأمراض، ذلك لأن الرفليبات مُبعثرة عبر كل الكروموزومات، وبالتالى فيمكن أن تحل الرفليبات محل الواسمات ، [أى محل جينات الصفات المظهرية التى بنى عليها مورجان مثلاً خرائط العبور فى حشرة الدروسوفيلا والتى تتألف من تتابع معين من القواعد]، وهكذا تُستخدم الرفليبات بنجاح كشبكة من الواسمات الوراثية، والتى يمكن أن تكون مرجعاً لوضع كل چين على الخريطة الوراثية. وبالفعل تم استخدامها أثناء البحث عن چين مرض كوريا هنتنجتون..

٣ـ ولقد كانت فكرة الخرطنة باستخدام الواسمات الرفليبية جديدة تماماً فى عام ١٩٧٩م وذلك أثناء البحث عن چين (مرض كوريا هنتنجتون أو رقص هنتنجتون Huntington's chorea Disease).

٤ـ وعن هذا المرض نذكر:

أنه يُنسب اسم هذا المرض للطبيب الأمريكى الذى اكتشفه وهو [چورج سمنر هتنجتون] وهو من الأمراض الوراثية التى تم دراستها وظهورها فى الغرب ودرجة الإصابة به بمعدل «١» من كل مائة ألف شخص).

ويحدث هذا المرض نتيجة عيب فى چينة موروثة واحدة سائدة وليست متنحية مثل مرض تاى ساكس.

بداية ظهور المرض وأعراضه:

تبدأ فى الظهور من سن ٣٠ ـ ٥٠ سنة وغالباً ما تستمر هذه الأعراض مع المريض وتزداد تدريجياً من ١٥ ـ ٢٥ سنة.. وهو لا ينتقل إلا فى نحو الأربعين أو بعد ذلك بفترة.. ومن أعراضه ظهور الاكتئاب والمتاعب النفسية ثم يفقد بعدها المريض قدرته على السيطرة على عضلاته وتظهر عليه حركات غير إرادية وغير متناسقة فى الأطراف حتى أنه يصاب بالعجز وعدم النطق واضطرابات عاطفية، وبتطور المرض تحدث اضطرابات عاطفية واختلال عقلى مطرد وتشنجات تجعل المريض يُصاب بالاكتئاب الانتحارى والهذيان والجنون والصراخ المتواصل.

وفى عام ١٩٧٩م لم يكن ثمة من حدد بالفعل ـ وقتها ـ موقع چين باستخدام

واسمات الدنا، وإن كان ثمة من عشر على چينات بفضل الواسمات التقليدية ـ وهى [أنتيچينات كرات الدم الحمراء]... تُرى ماذا حدث؟

لإتمام البحث عن چين مرض كوريا هنتنجتون؟!!

إن الذى حدث نحاول إلقاء الضوء عليه فى السطور التالية:

(أ) فى عام ١٩٧٩م بدأ مجموعة من الباحثين استخدام الدنا المطعم... ولم يكن معروفاً وقتها إلا واسم رفليبى واحد... ونذكر من مجموعة الباحثين: «چيمس جوزيلا J.Gusella» من [كلية طب بهارفارد].

وكان لديه معمل فى بوسطن طور فيه رفليبات مشعة ـ وكانت معه «نانسى ويكسلر N.Wexler» [أخصائية العلاج النفسى والعصبى]. من جامعة كولومبيا ـ (والتى كان لديها اهتمام خاص لأن والدتها ماتت متأثرة بمرض كوريا هنتنجتون)، ومعهم عدد خاص من المعاونين... وعُهد إليها بتنفيذ برنامج بحثى عن المرض والسفر إلى فنزويلا حيث ابتليت بهذا المرض إحدى العائلات هناك.

(ب) ولقد عمل هذا الفريق البحثى فى وقت لم يكن الادعاء فيه بوجود آلاف الواسمات بالچينوم البشرى يقع بعض منها قرب چين يهم المختصين إلا أمراً نظرياً مبنيًّا على ما تم التوصل إليه من نتائج الأبحاث على أنواع من كائنات أخرى.

(جـ) وبالفعل ذهب الفريق العلمى للبحث عن المرض والذى كان شائعًا فى ٣ قرى على شواطئ بحيرة ماراكايبو بفنزويلا، واستمر العمل عدة سنوات من العمل الشاق المتواصل، وتم من خلال الدراسة المتأنية معرفة وتعقب أصل المرض (أى تتبع المسئول عن توارث هذا المرض عبر عدة أجيال) حتى وصلوا للعقد الأول من القرن الماضى وكانت امرأة تسمى ماريا كونسبسيون M. Concepcion، وهذه السيدة وصل عدد أحفادها إلى ١١ ألف منهم ٩ آلاف على قيد الحياة.

(د) وأتاح ذلك الفرصة لأخذ عينات من دمائهم لفحصها باستخدام المجس الوراثى المناسب الذى تم التوصل إليه بعمل چيمس چوزيلا الذى كان قد طور طريقة الرفليبات بالواسمات المشعة.

وكان من نتائج هذه المجموعة البحثية ما تم نشره:

أولاً في سنة ١٩٨٠م، عندما نشرت الأبحاث الأساسية عن الخرطنة الرفليبية للچينات، وكان عدد الچينات البشرية التى وضعت على الخريطة هو ٤٥٠؛ حيث كانت الخرطنة أساساً بالطرق السيتولوچية. وأدت الأبحاث المكثفة خلال هذه الفترة إلى الاعتقاد بإمكانية استخدام الرفليبات فى كشف چينات الأمراض، فقد يوجد الواسم الرفليبى فى صورة على كروموسوم طبيعى وفى صورة أخرى على الكروموزوم الحامل لچين المرض. فإذا كانت الصورة الأخيرة وثيقة الارتباط بالچين، فإن العثور على الرفليب يعطى الإشارة بوجود الچين. وتكون الخطوة التالية هى حساب بُعده التقريبى عن الرفليب الواسم، الأمر الذى يمهد الطريق إلى تعقب الچين، والچينومات البشرية متعددة الصور إلى حد بعيد.. ؛ ثمة واحدة من بين كل خمس قواعد تختلف بين أى فردين، (ويبلغ طول الچينوم البشرى حوالى ٣٣٠٠ سنتيمورجان).

(هـ) ووفقاً لذلك فإذا ارتبط چين هنتنجتون فى دنا المرضى برفليب مُشع معين كان ذلك معناه أن الچين قريب من هذا الرفليب، ولقد نجح الفريق البحثى من خلال توظيفه الخريطة الرفليبية فى الكشف عن وجود الچين الخاص بمرض هنتنجتون، وأعلن عن هذا الفتح فى نوفمبر من عام ١٩٨٣م. حيث أثبتوا أن بالمرضى من أفراد العائلات ـ (التى فحصوها) ـ نموذجاً مميزاً من الرفليبات كما اتضح أن لدى البعض من الأقارب (لهذه العائلة) ممن لم يُصبهم المرض بعد نفس نموذج الرفليبات المميز، (ولقد أصابهم المرض فى نهاية الأمر) وحدد الباحثون موقع الچين المسبب للمرض بأنه يقع على الطرف الأعلى للذراع القصير للكروموسوم الرابع). وأصبح من الممكن باستخدام المسبر الملائم كشف وجوده فى (دنا) أى شخص.

(و) لقد عزز ذلك التقرير ـ بما يحمله وقتها من إثارة بالغة وفريدة ـ من الجهود الجارية للخرطنة بالرفليبات؛ بعدما كانت الفكرة المسيطرة على أذهان الباحثين خلال هذه المرحلة الزمنية. (وفى ضوء الإمكانيات المتاحة وقتها) ـ أن خرطنة الچينوم البشرى تتطلب تعقب الكثير من الواسمات والچينات وهى تتحرك عبر الأجيال ـ

كمثل المسبر «ج٨» وچين هنتنجتون، وحفَّز هذا التقرير الباحثين على القيام بدراسات جديدة لدراسة الأمراض والعلل والتى منها ما يفترض أن يكون وراثيًا، ومنها دراسات استغلت العائلات من هذه العشيرة فى رسم خريطة واسمات {للكروموسوم ٢١ـ}، وكانت الخريطة مفيدة فى تحديد موقع چين مرض الزهايمر، وموقع چين مرض التصلب الجانبى الضامر (مرض لو جيريج) وفى رسم خريطة لكل من الكروموزومين {١٧، ٢٢} حيث تقع چينات تسبب صورتين من الورم الليفى العصبى، وفى رسم خريطة للكروموسوم {١١} استُخدمت فى البحث عن موقع محتمل لمرض الهوس الاكتئابى. ولقد اختُبرت مائة عائلة أو أكثر على طول العالم وعرضه ـ فى أوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية، وحتى فى بابوا، غينيا الجديدة، وكان چين هنتنجتون فيها جميعاً على نفس الموقع على الكروموسوم الرابع، ونذكر من بين تلك العائلات قصة الأمريكية «چوليس كوريفار» والتى مات جميع أفراد أسرتها بمرض هنتنجتون والذى من بين ما يسببه هو إصابة خلايا المخ بالضمور، ورغم الاستفادة من تلك الوسيلة المعملية للتنبؤ بحدوث هذا المرض.. وكانت نتيجة الاختبار سلبية فإن (كوريفار) خرجت من هذه التجربة محطمة تماماً.

ولم يُكشف عن تركيب الطفرة المسببة لمرض هنتجتون إلا فى عام ١٩٩٣م، وكان عبارة عن امتداد مميز لثلاثية من القواعد هى: (س أ ج) ـ تتضاعف داخل الچين مع تقدم عمر المريض فتفسد عمل البروتين الناتج عنه، وهكذا تظهر الأعراض القاتلة على المريض.

(ز) أيضاً يُذكر أن البروتين الذى يكود له الچين المسبب للمرض، يطلق عليه اسم بروتين «هنتجتين» والعلماء يعرفون الآن أن هذا البروتين فى حالته الغير سوية هو المسئول عن تدهور الأعصاب ويعرفون كيف يفعل وكيف يُسبب لعصب واحد بمفرده أن يموت.. لكن لا زال العلماء يجهلون وظيفة هذا البروتين وهو فى حالته السوية.

(ح) والجدير بالذكر.. أن الباحثين قد تمكنوا؛ على منتصف الثمانينات، وبعد

توظيف مناهج الرفليب، من الوصول بعدد الجينات التى تم خرطنتها باستخدام الواسمات الرفليبية إلى ١٥٠٠ جين (أى تضاعف العدد ثلاث مرات).

ثالثاً : استخدام الرفليبيات فى الكشف عن أمراض أخرى:

لقد أثمرت نفس الطرق عند تطبيقها على مرض التليف الكيسى ومرض الكلية متعدد الأكياس، وحثَل دوتشين العضلى، وغيرها، أمكن بهذه الطريقة، فى حالات كثيرة تحديد الكروموسوم الذى يقع عليه الجين. وبالتالى أعطى هذا الموضوع الضوء الأخير للوراثيين لإمكانية الاستفادة من الرفليبيات فى خرطنة الجينوم البشرى (إلا أنه تطورت التقنيات وأصبح هناك أدوات أسرع وأعقد تم استخدامها فى مشروع الجينوم) وترتب على ذلك المزيد من الجهد أملاً فى إمكانية عزل الجين نفسه المسبب للمرض وتحديد تتابعاته ومن ثم تحديد هوية ما ينتجه، والتوصل لطريقة عمل الجين وليلتقى مع تقنية مثل العلاج الجينى بما يتيح وسائل علاجية أفضل.

رابعاً: فوائد أخرى للخرطنة الوراثية:

ومن بين فوائد الخرطنة الوراثية نذكر أيضاً القدرة على تطوير دواء مُفَصَّل خصيصاً للفرد: «عقاقير بلا آثار جانبية»: إذ أنه كثيراً ما ترجع الآثار الجانبية للعقاقير إلى اختلافات حقيقية فى استجابة الفرد إلى المادة الكيماوية، ففى التباين بين الأفراد من الاتساع ما يسمح بوجود بيوكيميا مختلفة. وعلى سبيل المثال هناك جين متنح فى العشائر الأوروبية يتحكم فى الحساسية لعلاج ضغط الدم المرتفع ونسبة من تظهر بهم هذه الصفة فى تلك العشائر هى (٥٪) وهؤلاء لا يمكنهم استخدام علاج ضغط الدم إلا بكميات فى حدود (١٪) من الجرعة العادية. والتصنيف الوراثى لمثل هذه الفروق سيثمر أدوية جديدة تلائم مرضى معينين.

ومما ساعد على تحقيق الأمل فى الوصول لخريطة وراثية للجينوم البشرى ما تم من خلال تطوير تقنية صبغ كيماوية تُفرِّق بوضوح كامل بين كل كروموسوم والآخر إذ نجد أن لكل كروموسوم نمطًا من الشرائط اللاصقة يميزه عن غيره مما أعطى

الباحثين الأمل وقتها فى إتاحة الفرصة بمزيد من الأبحاث لرد چينات بذاتها إلى كروموسوم بذاته بطرق خاصة فى زراعة الخلايا.

خامساً: الاستفادة من أحد إنزيمات التحديد فى الكشف عن چين مرض وراثى بالحيوان:

ظروف المرض:

هو مرض بومب Pompe disease، وهو مرض وراثى يسبب ضموراً خطيراً فى العضلات يودى بحياة العجول بعد الفطام بنحو ستة أشهر، ووراء هذا المرض چين متنح يتسبب فى الأفراد الأصيلة له فى عجز الجسم عن إنتاج إنزيم ألفا جلوكوسيديز alpha glucosidase الذى يحرر الجلوكوز من الجليكوچين ليستخدمه الجسم فى إنتاج الطاقة. وعندما يرث الحيوان تركيبًا وراثيًا أصيلاً بهذا الچين المتنحى يموت مبكراً، بينما تعيش الأفراد التى تحمل الچين المعيب مع الچين الطبيعى (خليط heterozygotes) وتبلغ نسبتها فى عشيرة الماشية نحو ١٥٪. وبالطبع فذلك يؤدى لإصابة مُربى الماشية بالخسارة ومن المهم بالنسبة له ألا يحدث تزاوج بين فردين خليطين يحمل كل منهما الچين المعيب لازدياد المخاوف من احتمال أن ربع النسل الناتج سيقتله المرض.

وتتجه الأنظار لما يقدمه العلم هنا من حل لهذه المشكلة..

العثور على إنزيم تحديد وبداية حل المشكلة:

حيث عثر الباحثون على إنزيم تحديد مناسب هو إنزيم (MSPI) له داخل الچين الطبيعى موقع تعرف ـ أما الچين المعيب فيحمل طفرة نقطية واحدة (تحيل حمض البرولين فى البروتين الذى يشفِّر له الچين الطبيعى، إلى حمض جلوثامين) فى موقع التعرف هنا، فلا يميزه الإنزيم.

لذا تختلف نتائج التشظية بالإنزيم بين الأفراد الأصيلة للچين الطبيعى و بين حاملى چين المرض. أمكن إنتاج المسبر المشع لكشف الچين المرضى، وغدا من الممكن فى ظرف ساعات ـ عن طريق دنا مأخوذ من خلايا الدم كشف وجود الچين من عدمه.

سادساً: فى البحث عن أصول الإنسان باستخدام الرفليبيات وإنزيمات التحديد؟!!

س: كيف تدخَّل علماء الوراثة فى مناقشة أصل الإنسان؟ وما هو دور إنزيمات التحديد؟!

(جـ) تدخلوا من خلال دراسة التنوع الوراثى للجماعات البشرية الحالية، وبالنسبة إلى هذه الجماعات وُجد أن الجينة ذاتها أو حتى الجزء ذاته من الدنا يظهر بعدة أشكال، وأن الجينات المغايرة (الألائل alleles) تُظهر كذلك تنوعاً (فى حالة الجينات المكودة، تكود الألائل بروتينات وظيفية تكون مختلفة بعضها عن بعض، ومع ذلك تؤمن الوظيفة نفسها). وهذا التنوع فى الواقع الاعتقاد الشائع له الآن أنه نتيجة طفرات فى الدنا حدثت فى الماضى، وتراكمت مع مرور الزمن، وأصبحت متكررة الحدوث نوعاً ما فى الجماعات البشرية. ومن المفيد هنا أن يقوم هؤلاء الباحثون المتخصصون بتحديد كمية الطفرات المتراكمة فى تسلسلات الدنا لأفراد مختلفين موجودين حالياً، مما يسمح بعرض تاريخ تعاقب هذه التسلسلات من جهة ومن جهة أخرى سمح بتقدير مدى اختلاف تكرار الألائل بين الجماعات المتنوعة الحالية، مما يمكِّن من إعادة صياغة التاريخ الوراثى لهذه الجماعات.

ولقد درس علماء الوراثة هذا التنوع على مستوى البشرية المنتشرة على كوكب الأرض. ومنذ سنة ١٩٨٠م تحققت معرفة الاختلافات الوراثية باستخدام «إنزيمات التحديد restriction enzymes» التى تقطع عادة جزىء الدنا فى مواقع خاصة يطلق عليها «مواقع التحديد» كما أن وجود مثل هذه المواقع أو غيابها على امتداد جزىء الدنا يختلف من شخص لآخر وبالتالى تقوم إنزيمات التحديد بإنتاج شوب من الدنا بأطوال مختلفة بحسب الشخص. وفى عام ١٩٩٠م أصبحت التقانات المستخدمة فى التحاليل الوراثية أكثر إتقاناً، مما سمح للباحثين بتنسيق النيوكليوتيدات وترتيبها إلى وحَيْدات تشكل جزىء الدنا؛ أى: أصبح بالإمكان معرفة التنوع الوراثى بشكل أدق (حتى بين نيوكليوتيدة ومجاورة).

سابعاً: إنشاء مكتبة للجينوم البشرى:

حيث يستطيع العلماء بواسطة استخدام إنزيمات التحديد أن يشظوا الجينوم البشرى بأكمله إلى مئات الآلاف من الشظايا، يمكن أن تفصل تبعاً للحجم باستخدام تقنية التفريد الكهربى Electro phoresis، وأن يتم إيلاج كل شظية فى بكتيريا أو خلية خميرة مناسبة ليُخزن بها، لينشئوا مكتبة كاملة للجينوم يمكن سلسلتها قطعة قطعة.

الجولة الخامسة:

ما بين الرفليبيات والفنترات والتوصل للبصمة الوراثية:

أولاً: تمهيد:

كان التوصل إلى تكوين الرفليبيات من الدنا الوراثى من أكثر النتائج نفعاً وإفادة بعدما تمكن الباحثون من اكتشاف إنزيمات القطع والتحديد واستخدموها فى قطع المادة الوراثية ، وباستمرار سعى الباحثين وجهودهم المبذولة فى فترة الثمانينات توصلوا لنوع منها أسموه (مواقع العدد المتباين من المكررات الترادفية وهى ترجمة عربية للمصطلح بالإنجليزى وهو: ـ "Variable number of repeats" وتُقرأ مختصرة {$VNTR_S$} ونقرؤها باللغة العربية الفنترات.

تُرى ما هى حكاية الفنترات؟!! معاً ننتقل للنقطة الثانية لنعرف ..

ثانياً: علماء الطب الشرعى يفضلون الفنترات:

والإجابة نأخذها من نتائج أبحاث العلماء فى هذه الفترة حيث، توصلت إلى أنه كثيراً ما يحدث أن يقع جينوم الكائن الحى على تتابع بلا معنى (يعتقدون أنه بلا معنى لكن ظهر أن له أهمية)، تتابع مؤلف من عدد يتراوح عادة ما بين زوجين و ٦٠ زوجًا من القواعد فيكرره مرات ومرات متجاورة يختلف عددها كثيراً بين الأفراد ويتراوح ما بين ٣ ـ ٦٠ مرة، وإذا ما بتر دنا هذه الكروموسومات بإنزيم تحديد معين فإنه يقطع على جانبى مواقع المكررات وتتكون الشظايا، وهذه الشظايا الناتجة تختلف فى الحجم كثيراً بين الأفراد بسبب العدد المتغاير من المكررات التى يحملها كلٌّ.

وقد تحمل بعض الكروموزومات ٣٠ نسخة مترادفة، ويحمل غيرها ٣١ نسخة،

وهكذا. ولقد اتجه الباحثون وبخاصة علماء الطب الشرعى للعمل على الفنترات واستخدامها باعتبارها رفليبات عالية البوليمورفية، وذلك كبديل عن استخدام الرفليبات العادية والسبب فى ذلك يرجع إلى أن الفنترات تسهل التمييز بين الأفراد، لأنه يوجد عند الكثير من مثل هذه المواقع عشرات من الأطوال البديلة وبالتالى فهناك كثرة للتباين فى عدد المكررات بينهما، أما فى حالة الرفليبات العادية فهناك حذر وخوف من احتمال أن يحمل شخصان [عشوائياً] نفس النموذج من الرفليبات [عند نفس الموقع الرفليبى]، بمعنى أنه فى الرفليبات العادية نجد أن قطع الدنا الناتجة عن البتر بإنزيم التحديد ستتماثل ما بين الأفراد، ما لم تكن طفرة قد أفسدت موقع التعرف، فلا تتسم الاختبارات بالدقة المطلوبة، بينما يمكن تحقيق الدقة المطلوبة والتمييز بدقة بين الأطوال المختلفة باستخدام الفنترات.

ثالثاً: تعيين البصمة الوراثية بعد ظهور الفنترات:

ولقد ترتب على ذلك أن أصبح بين يد الباحثين المختصين نظام فعال لتحديد بصمة الدنا.

أى أن هذه الفنترات تخدم فى تعريف هوية ما يسمى بالبصمة الوراثية (Genetic Fingerprint)، والتى لا يمكن تزويرها أو إخفاؤها، وفى فترة نهاية الثمانينات والتسعينات كانت معظم معامل بصمات الدنا تكتفى باختيار أربعة مواقع من هذه الفنترات، ويرى فيها علماء الطب الشرعى أنها كافية لتوفير قدر كبير من المعلومات عن الهوية فى ساحات القضاء.

- وأصبح بالإمكان ـ بعد ظهور الفنترات إجراء وتعيين البصمة الوراثية لمعرفة الجانى وذلك بأن تؤخذ عينة من مسرح الجريمة. يكون الجانى قد تركها كأن تكون نقطة دم أو شعرة أو .. إلخ، ثم تعرض لإنزيم تحديد يُشظِّى الدنا حول فنتر فى العينة وكذا فى عينة أخرى من دم المشتبه فيه أو يستخدم التفاعل المتسلسل للبوليميريز فى تكثير فنتر نعرف تتابعين على جانبيه نستخدمهما طليعتين لكل من العينتين، وبعدها تُغْمر شظايا كل من العينتين فى مسابر مشعة تحمل تتابعاً قصيراً من منطقة أحد الفنترات، فتقترن بالتتابعات المكملة لتظهر شرائط مشعة تتطابق فى العينتين إذا كان

المشتبه فيه هو المجرم (من الممكن بهذه الطريقة تمييز عدد من المكررات فى كروموزومى الفرد ـ فقد يختلف العدد فى الكروموزوم الآتى من الأب عن الآتى من الأم). وعادة تُفحص أربعة مواقع لفنترات لتقليل احتمالات الخطأ.

ملحوظة: وإذا كنا عزيزى القارئ قد تحدثنا عن البصمة الوراثية بصفة عامة على أنها نوعية عالية البوليموفية من الرفليبات وتسمى الفنترات وأنها مكررات وكان حديثنا هنا فى ضوء الاستفادة من إنزيمات التحديد (التى تحدثنا عنها باستفاضة)، فإننا سنتناول الحديث عن البصمة الوراثية بصورة أعمق، وكيف تم اكتشافها (قصة الاكتشاف)، وسيكون ذلك بعد التمهيد لها بالدخول للچين نبحث فى أغواره لنعرف المزيد عن البصمة الوراثية.. ومعه الجديد من أسرار الچين (سبحان الله).



جولات مع المحتوى الوراثى بالخلية

وتطبيقات متعددة

لحُسْن الاستفادة منها

الفصل الأول

جولات مع المادة الوراثية
داخل نواة الخلية

تمهيد للفصل:

يبدأ الفرد منا حياته بخلية واحدة تسمى اللاقحة أو الزيجوت Zygote، والتى تنتج عن إخصاب مشيج مذكر أو جاميط Gamete (حيوان منوى Sperncell من الأب) يحمل نصف عدد الكروموسومات وهى ٢٣ كروموسوم (شريط دنا مزدوج) ـ لبويضة (جاميط أو مشيج مؤنث من الأم) تحمل نصف عدد الكروموسومات وهى ٢٣ كروموسوم (شريط دنا مزدوج آخر) ونتيجة الإخصاب تتكون خلية الجنين (الزيجوت) والتى تحمل فى نواتها المادة الوراثية كاملة مقسمة إلى ثلاثة وعشرين زوجًا من الصبغيات (الكروموسومات chromosomes) (أى ٤٦ كروموسوم).

وهذه الكروموسومات هى عبارة عن مجموعة خيوط متشابكة بعضها مع بعض، ولكن إذا دققنا النظر نرى أن هذه الخيوط ملفوفة على شكل دوائر صغيرة مكونة من بروتينات متخصصة تسمى بالمستونات وعندما نحل هذه اللفات نستطيع أن نرى خيوط الدنا DNA الوراثى.

وتحمل هذه الكروموسومات من بين ما تحمله «الجينات المكودة للبروتين» والبالغ عددها نحو ٣٠,٠٠٠ چين وهناك من يذكر أنه نحو ٢٢ ألف چين (ما زال هذا الرقم غير نهائى) إذ تتراوح التقديرات ما بين ٢٠ و ٤٠ ألف چين، والتى هى من الأهمية، بحيث أنها غير قابلة للتغيير.

وتحتوى خلايا البشر على چينات متشابهة، وتنتج الچينات المتشابهة بروتينات متشابهة، والمتفق عليه حتى الآن ـ أن البروتينات المتشابهة بين الناس هى التى تجعل الخلايا تعمل بنفس الطريقة فى نفس المنطقة من الجسم بحيث تنتج ملامح متشابهة. وعلى هذ الأساس نجد (فتحتى الأنف) يوجدان فى الأنف فى منتصف الوجه وليس

خلف الرأس مثلمـا يحدث فى الدرافيل كـما أن عيـوننا أمامية وليـست جانبيـة مثل الأرنب. وليست لدينا ذيول مثلما الحال فى الكلاب.

أيضاً يتـخذ كل جـزء من الجسم شكلاً محـدداً مثل الأنف، الشـفاه والأذن لأن الخلايا المكونة لكل منهـا تنقسم ثم تتوقف عن الانقسام فى توقيت مـعين وفى موقع معين بحيث تعطى الأشكال ذات الانحناءات والأطوال المختلـفة. والخلايا المختلفة ـ جسم الإنسان يتكون من حـوالى ١٠ تريليون (مليون مليون خلية) ـ توجـد فى أكثر من ٢٠٠ نوع مخـتلف تكون أنسجة ذات أشكال مـعينة وتتجـمع الأنسجة المخـتلفة لتعطى الأعضاء مثل القلب ـ المعدة ـ الكبد ... إلخ

ورغم تشـابه الچينات فى أجسـام البشر لكن لكل منا چيناته الخاصـة به ... وتؤدى هذه الاختـلافات إلى تحـديد لون العينين وحجـمهمـا ولون الشعـر وكثافتـه ودرجة نعومته. ولون الجلد ... وطول الأصـابع وشكل الأنف والشفاه و .. و .. كما أنها تحدد استعدادنا للإصـابة بأمراض معينة.. ونوع كل واحد منا.. فكل واحد ورث محـتـوى چينومـيًّـا خاصـًا به هو... مما يؤدى إلى إنتاج خلـطة بروتينات مخـتلفة واخـتـلاف البروتيـنات التى تنتـجهـا الخـلايا هو الذى يجـعل الخـلايا تعـمل بطرق مختلفة... ونجد أن الشـعوب تتميز بصفات وملامح مشتـركة بين أفرادها... مثلاً ... نرى الخـلايا المكونة لأجفـان الأطفال الآسـيويين تـنمو وتتكاثر أكـثر من الخـلايا فى أجفان الأطفال من أوروبا وأفريقيا ... وهذا ما يجعل الأجفان الآسيوية تتميز بأجفان غليظة ذات شكل معين ليـساعد هذه الشعـوب على التأقلم مع الظروف البيئـية التى يعيشون بها ونجـد الشعوب ذات الجلد الأسمر تحتوى خلاياها على كـميات أكبر من صـبغـة الميلانين لتـحمى الجلد من حـروق الشـمس وعلى العكس.. فالجلد الفـاتح يناسب الذين يعيشون فى مناطق مشمـسة بدرجة بسيطة. فالجلد الفاتح اللون يسمح بدخول أشعة الشمس الضرورية لإنتاج بعض الفيتامينات الضرورية للجسم.

ولا زالت الاكـتشافـات الحديثة تتوالـى علينا لتزيدنا إبهـاراً.. فلا نـستطيع أن نتوقف عن التجـوال فى عالم الچينوم... إذ كان هناك مبـدأ تم التسليم به يُطلق عليه «الدكمـة» ومما جاء به أن الدنا يصنع الرنا والرنا يصنع البروتين.. والبـروتينات تنجز

تقريباً كل الأعمال الفعلية فى حقل البيولوچيا.. واعتبر أن هناك أجزاء من المادة الوراثية ليس لها دور أطلق عليها «سقط الدنا DNA Junk» ذلك لأنها لا تشفر لإنتاج بروتينات .. لكن ثبت أنها تمثل چينومًا لا مرئيًا وتؤدى طيفاً واسعاً من الوظائف أوسع بكثير مما كان قد تصوره البيولوچيون.

لم ينتهِ حديثنا بعد... ولكنه بدأ ... ومع المزيد من الانبهار بعالم الچينوم ... وما تكشّف من أسرار عن خبايا «الچينوم اللامرئى» The Unseen Genome، وعن تلك النظرة القديمة لسقط الدنا والإنترونات بأنها مناطق لا تشفر لشىء ـ والتى تغيرت الآن .. سيدور حديثنا فى الجولة الأولى مع حديثنا عن خصائص الچينات.

أما الجولة الثانية من هذا الفصل:

فسيكون حديثنا عن الدنا المكمل (دنا ـ م) (C _ DNA)، "Complementary DNA" وكيفية تحضيره صناعياً؛ بما يتضمنه ذلك من حذف للإنترونات.

بينما نأخذك عزيزى القارئ فى الجولة الثالثة .. فى جولة نستعرض فيها أمثلة لچينات تم اكتشافها وسلسلتها ومعرفة وظائفها الهامة مع عرض للإكسونات والإنترونات الخاصة بمعظمها... ومع الجولة الأولى نبدأ ... فمعنا:

الجولة الأولى: خصائص الچينات

أولاً: تمهيد الجولة.. بدايات ظهور مصطلح «الچين»:

وقع الراهب النمساوى «جريجور مندل G. Mendel» على فكرة الچين Gene (وأسماه العامل) بعد تجارب طويلة قام بنشرها عام ١٨٦٦م ليطويها النسيان أربعة وثلاثين عاماً، حتى أعيد اكتشافها عام ١٩٠٠م ـ (عمل على سبع صفات فى نبات بسلة الزهور) .. وظهرت كلمة چين لأول مرة نحو ١٩٠٩م، وفى عام ١٩١٠م نُشر أول برهان على وجود موقع محدد لچين معين على إمكان أن ننسب چيناً معيناً إلى كروموسوم معين. ويحضرنا بهذه المناسبة أن ندين بالعرفان للعالم «توماس هنط مورجان T.H. Morgan» والذى قام بدراسات وراثية موسعة على حشرة الدروسوفيلا وأثبت أن الكروموسومات هى الحاملة للچينات، وأن الچينات تصطف على الكروموسومات فى ترتيب خطى كحبات العقد، وأن ثمة ظاهرة تسمى [العبور] Crossing Over تحدث أثناء إنتاج الجاميطات (أى الحيوانات المنوية والبويضات) يتبادل فيها فردا كل كروموزومين قرينين قطعاً متساوية من المادة الوراثية، وأنه من الممكن أن تقاس المسافة بين أى چينين على نفس الكروموسوم بتقدير نسبة العبور بينهما فكلما ازدادت المسافة ازداد احتمال حدوث العبور ـ بحيث يمكن أن نرسم (خريطة عبور) أى (خريطة ارتباط) Linkage Map لكل كروموسوم توضح ترتيب الچينات عليها، ويكون فيها البعد بين أى چينين هو نسبة العبور بينهما. ولقد نشر «الفريد ستيرتيفانت A.H. Sturtevant» وزملاؤه من جماعة مورجان أول (خريطة عبور) عام ١٩١٣م، وكانت تحمل المواقع النسبية لستة چينات على كروموسوم واحد هو كروموسوم الجنس (X) فى الدروسوفيلا.

وبمضى الوقت ومع تعدد المحاولات والجهود المبذولة من قِبَل العلماء للكشف عن حقيقة الچينات وتركيبها وكيفية عملها.

(والتى تواكب معها فى نفس الوقت زيادة النُّظم التجريبية للكائنات الحية وللإنسان وزيادة كفاءة التقنيات التى يستخدمها الوراثيون ودقتها وتعددها)، مما أدى

إلى أن يتغيَّر مفهوم الچين وتعمَّق ـ معه، بالتكامل فكرة الخرائط الچينية والتتابعات... إلخ ... وفيما يلى نذكر بعضاً من تلك النتائج الهامة التى توصل إليها الباحثون عن خصائص ومميزات الچين...

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض من النتائج الهامة التى توصل إليها الباحثون عن خصائص ومميزات الچين:

١ـ تحكم الچينات فى سرعة انقسامات الخلايا الجسم ونموها:

تبدأ الخلية الچينية بعد تكونها بالانقسام وتتضاعف لتغدو هذا العدد المهول من الخلايا الذى يشكل أجسادنا. ومن ملاحظات الباحثين على انقسامات الخلايا نذكر أنهم لاحظوا أن الأجزاء المختلفة فى الجنين لا تنمو بنفس السرعة فى نفس الوقت فنجد أنها تقل وتبطئ فى منطقة معينة بينما تزداد وتسرع فى منطقة أخرى.. ففى المولود الحديث يمثل الرأس نحو ٣٢٪ من حجم الجسم الكلى بينما الأرجل تشمل نحو ١٥٪ من الحجم الكلى للجسم أما أثناء المرحلة الجنينية فإن الرأس يمثل ٤٥٪ من حجم الجسم، والأرجل ٢٪ من حجم الجسم الكلى، وتقل وتبطئ سرعة النمو فى منطقة الرأس مقارنة بسرعة نمو الأرجل فى مرحلة نمو الجنين فى الرحم، وبالطبع فكل هذا التنظيم خاضع لتحكم (الچينات) وبالتالى إلى التحكم فى النمو الطبيعى.

ويُذكر أن داخل كل فرد منا عدداً من الخلايا مؤلفًا من نحو ٦٠ ـ ١٠٠ ألف بليون خلية .. (هى بالطبع حصيلة ذلك التضاعف المهول للخلية الجنينية الواحدة (الزيجوت)، والمادة الوراثية ـ أو (الچينوم البشرى Human Genome) أو الجهاز الوراثى ـ لكل منَّا متفردة تختلف فى المتوسط بثلاثة ملايين «طريقة» عن نسخة أى فرد آخر.. إذا استثنينا توأمه الطبيق، إن وجد.

٢ـ ومن الاستنتاجات الطريفة نذكر أننا لو وصلنا شرائط الدنا DNA الموجودة بجسم أى منا ، (مع الأخذ فى الاعتبار أن كل جزء من الأجزاء الثلاثة والعشرين لكتابنا الوراثى مكتوب على شريطين مزدوجين من الدنا) ؛ لشكلت خيطاً يمتد إلى الشمس ويعود ٣٥٠ مرة ـ إن يكن سُمكه مجرد ٢٠ إنجستروم (٢ بليون من المتر).

٣ـ ولقد اكتشف الباحثون منذ زمن أن المادة الوراثية مكتوبة بلغة حروفها أربع قواعد لا أكثر هي (أ، ث، ج، س) أي: أدينين Adenine، ثيامين Thymine، جوانين Guanine، سيتوزين Cytosine، وهي التي تشكل أبجدية الشفرة الوراثية، ويبلغ طول الجينوم البشري الذي تحمله ثلاثة وعشرين كروموزومًا نحو ٣٠٠٠ ـ ٣٥٠٠ مليون زوج من القواعد Base Pairs (زق bp) مقسمة إلى قطع «إلى كروموسومات) يحتوي أصغرها الكروموسوم "Y" على نحو «٥٠» مليون زق بينما يحتوي أكبرها الكروموسوم رقم «١» على نحو ٢٥٠ مليون زق، وتوصلوا أيضاً إلى أن ترتيب القواعد على (الدنا) (بالكروموزومات) أي تتابعها Sequence على شريط «الدنا» هو الذي يحدد المحتوى المعلوماتي له، وأن الجينات Genes هي مقاطع من (الدنا) يتراوح طولها ما بين بضع مئات من أزواج القواعد (جين الذكورة في الإنسان طوله ٢٤٠ حرفاً) وبين مليوني زوج (جين بروتين الدينورفين Dynorphin) في الإنسان طوله ٢ مليون حرف (زق) (زوج قواعد) وهو المسئول عند حدوث عطب به إلى الإصابة بمرض دوتشين Duchenne في الإنسان، ويقاس طول الجين بعدد أزواج القواعد فيه.

٤ـ تغير مفهوم الجين وفق الاكتشافات الحديثة:

كان أغلب الباحثين قد اتفقوا على الأخذ بمنطوق النظرية التي تقول «جين واحد للبروتين الواحد» وفي ضوء الاعتقاد بصدق هذه النظرية كان مفهوم الجين هو «مايكود (أو يشفر) لإنتاج بروتين».

لكن بعدما اتضح أن عدد الجينات يبلغ نحو «٢٢» ألف جين فقط، وأن جسم الإنسان يحمل أكثر من مائة ألف بروتين، فمعنى ذلك إذن أن الجين الواحد ينتج أكثر من بروتين واحد ـ وهناك بعض الجينات يشفر إلى ما قد يصل إلى عشر وظائف أو عشرين صفة مختلفة في الأنسجة المختلفة من الجسم وهو مُقسم إلى كودونات Codons، والكودون عبارة عن ثلاثة أحرف متتابعة تُقرأ من بداية الجين، ولأن الأبجدية الوراثية مؤلفة من أربعة أحرف فسيكون لدينا ٦٤ كودوناً محتملاً

(مثلاً أأأ أو ج س ث أو أ س ج) ولا تقوم الكودونات الأربعة والستون التى تتكون من ثلاثة حروف كلهـا بتحديد حامض أمـينى، فثلاثة منهـا تعنى بدلاً من ذلك أوامر بالتوقف ويُشـفر ٦١ من هذه الكودونات لأحماض أمـينية Amino Acids، وهــذه الأحماض هى أحجار بناء (البروتينات Proteins) ـ ومنها عشرون حمضاً. ولذا فإن الحمض الأمـينى الواحد قـد يشفـر له أكثر من كـودون. ينتهى الچين بـكودون يقول (كفى).

٥ـ أن عدداً محدوداً من الچيـنات هو الذى يعمل فى كل نوع من الخلايا بجسم الكائنات مـتـعـددة الخـلايا من حـقـيقـيـات النواة، بينـما تظـل باقى الچينات على الكروموسومات كامنة لا تعمل.

٦ـ ومع زيادة التـقدم والـوعى بارتباط ظهـور أمـراض وراثية مـعـينة بخلل فى چنات بعينهـا والقول بأن الچين هو موروثة أو وحـدة تحمل المعلومات الوراثيـة فإننا على سـبيل المثـال نجـد أن حدوث خلل فـى چين معين يتـسـبب فى أعراض مـرض التكيس الليـفى فى الرئة (Cystic Fibrosis) وحـدوث خلل فى چين آخر بسـبب مـــرض الزفن (أو داء الـرقص Huntington's Chorea) الذى يظـهـــر فى شـكل حركـات لا إرادية وغير مـتناسقـة مع سلوك آخر، وحدوث خلل فـى چينات أخرى يسبب السرطان وأمـراض القلب، أو قد يسبب عيبًا أو تشـوهًا فى أكثر من چين إلى الإصـابة بأمراض مـثل الأمراض العـقلية. ومن هـذا المنطلق كانت فكرة اسـتخـدام الچينات كأساس علاجـى ناجح والتى بدأت فى عام ١٩٧٩م عندما استطاع كل من «ميـركولا وكـلاين» القيام بـبعض المحاولات لاسـتخـدام الچينات لعـلاج الإنسان ولكنها كانت غير ناجحة لكن استمرت لتحرز تقدمًا كبيراً بعد ذلك.

٧ـ قد لا يقتصر وجـود الچينات الخاصة بعضو واحد أو جـهاز واحد أو وظيفة واحدة على كروموزوم واحد أو نحـوه. چينات الإنزيمات اللازمة للخطوات المتعددة فى مـسلك بيوكـيمـيائى لن نجـدها متـجاورة فى أبيـرون على نحو مـا هو مـعروف بالبكتيريا. قد تكون على كروموزوم واحد، وقـد تكون على كروموزومات مختلفة.

وحتى فى أبسط الحالات، عندما يتألف البروتين من بضع سلاسل مختلفة، سنجد فى الكثير جداً من الحالات أن چينات هذه السلاسل لا تقع على نفس الكروموسوم. وعلى سبيل المثال: يوجد الچين المسئول عن سلسلة ألفا بجزىء الهيموجلوبين على الكروموزوم ١٦، أما چين سلسلة بيتا فعلى الكروموزوم «11».

٨ـ هناك چينات تكوِّد لإنتاج نوع خاص من الإنزيمات تسمى «إنزيمات الإصلاح وتحليل الدنا»، وتوجد بالمحتوى الچينومى بالخلايا فى حالة طبيعية ووظيفتها هى مراقبة جزىء الدنا أثناء استنساخه بالنواة، وتلاحظ أى خطأ قد يحدث أثناء ترتيب النيوكليوتيدات لبناء شريط الدنا الجديد، وعند حدوث الخطأ تبادر فوراً بإزالة هذا الخطأ وتحليل الجزء الغير سليم وإصلاح هذا الخطأ ـ (٥٠٠٠ خطأ يومى فى ترتيب النيوكليوتيدات؛ تقوم هذه الإنزيمات بإصلاحه)، ويجدر بنا أن نذكر هنا أن الخلية تنقسم بمعدل عمرى $(١٠)^{١٦}$ مرة؛ وأن هذه الإنزيمات تستطيع نسخ ومراجعة ٣ مليارات نسخة من القواعد دون خطأ!!

وقد تكون الأخطاء التى تحدث فى ترتيب النيوكليوتيدات ناتجة عن أسباب عديدة مثل تعرض جزىء الدنا بالنواة لجرعات من الإشعاع من البيئة الخارجية المحيطة بالكائن الحى.. أو لأسباب أخرى عديدة من داخل الخلية. وتبادر هذه الإنزيمات بإصلاح شريط الدنا من خلال معرفتها بتتابع الشريط السليم المكمل لشريط الدنا التالف.

٩ـ الچين الناقص فى الخلية العصبية والقدرة على التجديد:

يحضرنا هنا أن نذكر تلك التجربة الفريدة التى قام بها العالم د.«ليروين ديفيز» [رئيس وحدة أبحاث الچينوم] بجامعة ويسكنسون.. والذى يقول عن تجربته:

«إنه مجهود سبع سنوات منذ عام ١٩٩٣م، عندما بدأت ورفيقى «چونز» مع فريقنا العلمى لاكتشاف الچين الناقص فى الخلية العصبية عن باقى خلايا الجسم، وهو ما يجعلها تفتقد القدرة على تجديد نفسها إذا ما فقدت، وقد نجحنا فى ذلك، وطورنا أبحاثنا لزرع هذا الچين بعد عزله وإكثاره، والحصول على ملايين النسخ منه داخل الخلية العصبية للفأر، وكانت المفاجأة أن الخلية استطاعت أن تدخل دورة تجدد،

مما يجعلنا نأمل فى إمكانية تطبيق ذلك على الإنسان مستقبلاً، وهكذا يمكننا أن نتخلص من آثار الجلطات المخية.

١٠ـ الچينات البشرية لا توجد كلها فوق الكروموسومات الثلاثة والعشرين الرئيسية، حيث تعيش بعض من الچينات داخل نقط صغيرة تسمى «الميتوكوندريا» فى سيتوبلازم الخلية خارج النواة. وليست كل الچينات مصنوعة من دنا؛ فبعض الفيروسات تستخدم رنا بدلاً من دنا. وليست، وهناك چينات تُستنسخ إلى رنا بدلاً من أن تُترجم إلى بروتين، ويذهب الرنا مباشرة إلى العمل إما كجزء من أحد الريبوسومات أو كـ (رنا ناقل).

ثالثاً: إلقاء الضوء على مبدأ (الدكمة) ومفهوم الچين المفروق فى الكائنات الراقية.. تغير الأمر الآن. بعد الاكتشافات الحديثة:

١ـ إلقاء الضوء على (مبدأ الدكمة):

كان هناك مبدأ (قد تم التسليم به وشكَّل الأساس من قِبل باحثى الوراثة الجزيئية والتقانة الحيوية منذ خمسينات وستينات القرن الماضى؛ وذلك من دون دليل ثابت ويطلق عليه الدكمة Dogma) ولقد سبق وأشرنا لهذا المبدأ فى جولات الباب الثانى، وتتمثل الفكرة الأساسية: ـ فى أن المعلومات مختزنة فى السلم الحلزونى للدنا، وعلى وجه الخصوص فى القواعد (أ، ث، ج، س)، والتى تتشافع لتشكل درجات السُّلَّم وليست الچينة سوى تسلسل خاص من القواعد على أحد جانبى السُّلَّم يحدد نوعية البروتين.

وتنص الدُّكمة على أن الچينات تعبِّر عن نفسها كبروتينات تُصنع عبر أربع خطوات: يستقر أولاً إنزيم على الصبغى، ثم ينزلق على طول الچينة، ناسخاً تسلسل إحدى شريطتى (طاقى) الدنا إلى شريطة أحادية من الرناRNA داخل النواة Nucleus. وفى الخطوة الثانية يُشذَّب الرنا أى تُقص أى إنترونات .introns (الأجزاء غير المكوِّدة من نسخة الرنا وتوجد على الچينة وتُنسخ مع الأجزاء المُكوِّدة لتكوين الأحماض الأمينية)؛ وتُجدَّل شدف التسلسل المتبقية لتشكل قطعة من الرنا المرسال mRNA وتتحرك عندئذ رسالة الرنا ليخرج إلى السيتوبلازم Cytoplasm خارج

النواة إلى حيث الجزء الرئيسى من الخلية، حيث تقوم ماكينات جزيئية بترجمته إلى سلاسل من الحموض الأمينية، وأخيراً. تلتوى كل سلسلة وتنثنى لتأخذ شكلاً معقداً ثلاثى الأبعاد (البروتين المطلوب).

إن هذه الأشكال الثلاثية الأبعاد هى التى تجعل البروتينات على تلك الدرجة الاستثنائية من التنوع وتعدد الاستعمالات.. فبعضها يشكل عضلات وأعضاء، وبعضها يعمل كإنزيمات تحفز أو تستقلب أو تؤشر Signal كما أن بعضها ينظم عمل الچينات من خلال رُسُوِّها فى مقرات نوعية من الدنا أو الرنا. فلا عجب إذاً، أن كثيراً من البيولوچيين استعمل الدُّكمة المركزية لتعنى، مع استثناءات قليلة جداً، أن تسلسلاً معيناً من الدنا لا يمكن اعتباره چيناً إلا إذا كان باستطاعته أن ينتج بروتيناً.

وكان الباحثون فى الستينات من القرن الماضى قد اكتشفوا معلومات مهمة مختبئة فى مواضع أخرى من الصبغيات. كان بعضها مدسوساً وسط الدنا غير المكوِّد non coding DNA، فى حين كان بعضها الآخر متوضعاً خارج تسلسل الدنا تماماً. وكانت أدوات الهندسة الوراثية تحقق أفضل النتائج حينما تتعامل مع الچينات والبروتينات التقليدية، ومن ثم كان العلماء يُركزون جهودهم على هذه الچينات دون غيرها.

٢ـ مفهوم «الچين المفروق» فى الكائنات الراقية واختلاف ذلك ـ الآن ـ فى ضوء الاكتشافات الحديثة:

كان يُنظر للچينات فى الكائنات الحية الراقية (الرئيسيات أو العليا كالإنسان) ـ على أنه من النوع المفروق Split Genes والچين المفروق: هو چين يكون مُجزأ (مُشدف) إلى قطع من المناطق أو التسلسلات المكودة أو مشفرة للبروتينات وتسمى الإكسونات Exons يتخللها ويفصل بعضها عن بعض مدات طويلة غالباً من تسلسلات غير مكودة للبروتينات تُسمى إنترونات Introns ـ [وكانوا يعتقدون أن الإنترونات لا تشفر لشىء وأنها بلا معنى]. وقد تصل نسبة الإنترونات فى بعض الكائنات العليا إلى ٩٠٪ أو ٩٥٪ من طول الچينوم Genome كله. وفى الواقع فإن القطع المكودة للبروتينات.

بحسب أحدث الدراسات والأبحاث تشكل أقل من ٢٪ من دنا صبغيات الإنسان؛ إن البلايين الثلاثة، أو نحو ذلك، من أزواج القواعد التى تحويها كل خلية تقريباً من خلايانا إنما هى موجودة لسبب آخر، ومع هذا فإن الإنترونات ضمن الجينات، والمدات الطويلة من الدنا بين الجينى intergenic DNA ـ اعتُبرت وافتُرض على الفور أنها سقط تطورى (خردة تطورية) أُطلق عليها «سقط الدنا DNA Junk» أى أن سبعة أو (ثمانية) وتسعين فى المائة من چينومنا {٩٧٪ أو ٩٨٪} لا تتألف من چينات حقيقية.

ولقد كان الباحثون يصنفون تلك التتابعات الغير مُشفرة للبروتينات باعتبارها من دنا اللغو وعلى أنها تتألف من كيانات غريبة تُسمى چينات كاذبة، وچينات كاذبة ارتجاعية، وتوابع، وتوابع صغيرة، وتوابع دقيقة، وترانسبورونات ارتجاعية. وأن بعضها چينات من نوع خاص، إلا أن معظمها مجرد جذل من دنا تتفق جميعها فى أنها لا تُستنسخ قط إلى لغة البروتين.

وفى اعتقاد الباحثين بأنها «دنا لغو» فلقد وضعوا لها خصائص نذكر منها:

(أ) يوجد دنا اللغو على كل كروموسوم.

(ب) هو أول جزء من الچينوم البشرى يلاقى استخداماً عملياً حقاً فى الحياة اليومية لعالم البشر حيث أدى إلى بصمة الدنا. أما كيف هذا فسيكون لنا معه لقاء فى الفصل الثانى.

وعلى مدار الجزء الأكبر من العقود الخمسة الماضية ووفقاً {للدُكْمة dogma} المركزية للبيولوچيا الجزيئية، رسخت فكرة أن هذه الچينات هى مستودع الخلات الموروثة. ومن هنا جاء الاعتقاد المجازى الخاطئ بأن الچينوم يمثل المخطط الأساسى (الطبعة الزرقاء) blueprint أو كتاب الوراثة أو مصدر كود الخلايا.. إلا أن جميع هذه المجازات تبين خطأها (حالياً).

وبمعنى آخر فإن الاعتقاد كان بأن الدنا الوراثى بنواة الخلية لا يعبر كله عن چينات «حقيقية» تشفر لشىء نعرفه، وإنما معظمه يشكل خلطاً من تتابعات متكررة أو عشوائية لا يحدث أن تستنسخ إلا نادراً، أو أن هذا لا يحدث أبداً، ولا تعرف لها

وظيفة (اكتشفت لها وظائف غاية الأهمية ولا زالت الاكتشافات تتزايد كل يوم)، وهى سمة فى الكائنات حقيقية النواة... ذلك أنه توجد بين المقاطع المشفِّرة للبروتينات أطوال من التتابعات تسمى سقط الدنا Junk DNA، أو دنا اللغو.

رابعاً: اكتشاف بعض الأدوار الهامة التى تلعبها كلٌ من الأماكن غير المشفرة من الجينوم وطبقة (العلامات اللاجينية):

ومع نشر المسودة النهائية لتسلسل دنا DNA الإنسان Home Sapiens فى شهر ٤/ ٢٠٠٣م، اكتشف مسئولو الجينوم البشرى "Human Genome Project" أن عدد الجينات المشفرة لإنتاج البروتين يتراوح ما بين ٢٠ و ٤٠ ألف جينة، وقارنوا الدنا لأنواع قصية القرابة من الكائنات، وأمعنوا النظر فى الكيفية التى تعمل وفقاً لها الكروموسومات فى خلايا الكائنات الحية. كلما حدث كل هذا؛ تأكدوا من عدم وجود توافق واضح بين تعقد بنية النوع وبين عدد الجينات فى جينومه. وكما يوضح الباحثون بأنه على سبيل المثال: نجد لذبابة الفاكهة عدداً من الجينات المكوِّدة، يقل عما للدودة الخيطية (المدوّرة)، ولنبات الأُرزّ عدد يفوق ما للإنسان. ولكن كمية الدنا غير المكوِّدة تتوافق على ما يبدو مع تعقد البنية»؟!!

ومع إجراء المزيد من التجارب تبين للعلماء أكثر فأكثر تأثيرات ليس باستطاعة النظريات الحالية تفسيرها.. وأن هناك أجزاء أخرى من الجينوم غير (الجينات التى تكود لإنتاج البروتينات)؛ تتحكم فى التنامى وفى الصفات المميزة لجميع الكائنات من البكتيريا إلى الإنسان، واستنتج العلماء من خلال أبحاثهم الحديثة أن هناك طبقتين على الأقل من المعلومات توجدان خارج الجينات المعهودة المعروفة وهاتان الطبقتان هما:

(أ) الطبقة الأولى:

وهى تتألف من عدد لا يُحصى من (جينات لا تنتج إلا الرنا RNA - only genes) وهى معزولة ومحبوكة.. توجد عبر تسلسلات (امتدادات شاسعة stretches) من الدنا الضخمة (غير المكودة) [التي تعترض الجينات المكودة لإنتاج بروتينات]. وهى تفصل بين هذه الجينات المكودة لإنتاج البروتينات.

وكان الباحثون قد استبعدوا فيما سبق وأهملوا هذه الطبقة [هذا الدنا] من الناحية الوظيفية؛ رغم أن حجمها يبلغ فى الإنسان ٩٨٪ من حجم الجينوم. وتم اعتبارها حطاماً عديم الجدوى (سقط الدنا والإنترونات) وأن هذا الحطام عديم الجدوى نتج من عملية التطور؛ ذلك لأنه لا ينتج بروتينات ما.. بل وهناك من اعتبر أجزاءً منها ضارة.

لكننا نجد أن كثرة من هذه القطع حُفظت سليمة تقريباً عبر ملايين السنين من التطور وتستنسخ نفسها كاملة... وهذا يوحى بأن لهذه التسلسلات وظيفة لا غنى عنها. وبالفعل ظهر من خلال تجارب حديثة ودراسات عديدة جادة أن هذه الجينات غير التقليدية تنتج بالفعل رناوات نشطة؛ تؤدى طيفاً من الوظائف أوسع بكثير مما قد تصوره الباحثون ومنها: أنه يمكن من خلالها تعديل سلوك الجينات السوية تعديلاً بالغاً، ومن الممكن أن يؤدى وجود خلل فى جينات الرنا فقط (الجينات التى لا تنتج إلا الرنا) إلى إحداث أضرار وخيمة، وبعضها يؤدى أدواراً رئيسية فى صحة النباتات والحيوانات وفى تناميها. أيضاً يرتاب الآن بعض الباحثين بأن جزءاً كبيراً مما يجعل شخصاً أو حتى نوعاً ما مختلفاً عن الشخص أو النوع الذى يتحدر منه، هو اختلافات فى ترتيب قواعد تلك المقاطع من الدنا المخبأة داخل «سقط» الدنا الخاص بنا. وتنزع الجينات التى تنتج الرنا فقط إلى القِصر، ويصعب تعرفها.

(ب) طبقة العَلامات اللاچينية Epigenetic marks أو المعلومات اللاچينية : epigenetic layer

هى طبقة أخرى من المعلومات فى الكروموسومات: توجد بعيدة عن تسلسلات الدنا ـ (طبقة مستقلة لاچينية epigenetic) ـ وتوجد مسجَّاة (أو مختزنة) فى مزيج من البروتينات والكيميائيات التى تحيط بالدنا وتدعمه وتلتصق به، وهى تعمل عبر «كود» غير معروف وآلية غامضة، وخلافاً للجينات، فإن العلامات اللاچينية تنشأ روتينياً، ثم تمحى لتكتب من جديد، وذلك على نحو ناشط جداً (سبحان الله تعالى)، وفى حين أن الطفرات تدوم طوال الحياة؛ فإن الأخطاء الچينية والتى يُعتقد أنها أخطاء ومتورطة فى قائمة متزايدة من العيوب الولادية والسرطانات وأمراض أخرى.

قد تكون معكوسة بفعل الأدوية. وحالياً يختبر الأطباء مثل هذه المعالجات التجريبية على مرضى ابيضاض الدم (اللوكيميا).

ولقد أطلق عليها عَلامات لاچينية epigenetic marks ذلك أنها تؤثر بشكل كبير فى صحة الكائن وخصائصه حتى إن بعضها ينتقل من الوالدين إلى الطفل وهى مع ذلك لا تُحدث تغييراً فى تسلسل الدنا المعنى.

وما زال على علماء الوراثة أن يكتشفوا الكود المعقد الذى يمكن بوساطته أن تتآثر العَلامات اللاچينية مع المكونات الأخرى للچينوم. إلا أن الباحثين لاحظوا لدى شرحهم لبعض الآليات الحرجة أن القسم اللاچينى من الچينوم يقوم على ما يبدو بأدوار حاسمة فى النمو وتقدم العمر aging والإصابة بالسرطان. كما يعتقد أن حدوث ما يسمى ما بعد الطفرات epimutations يسهم فى الإصابة بالداء السكرى والفصام والاضطراب الثنائى القطب bipolar (manicdepressive illness) disorder، الكثير من الاعتلالات الجسدية المعقدة الأخرى.

والأمل هو أن يتمكن علم الوراثة اللاچينية فى إيجاد طرق جديدة لمعالجة هذه الأمراض وغيرها مما قد يتكشف.

ويُضاف على ذلك أنه يمكن للظواهر اللاچينية بمختلف أنواعها أن تقوم بدور مفاتيح التحكم لتضخيم أو إخماد تأثير الچينات، يتم تكويد المعلومات اللاچينية كملحقات كيميائية للدنا أو بروتينات الهستونات التى تنظم هيئتها داخل الصبغى. ومن بين وظائفها العديدة، تقوم مفاتيح التحكم اللاچينية بإخماد العناصر الچينية المتطفلة التى تشوه الچينوم والتى تدعى ترانزبوزونات (چينات قافزة).

٥- وبالنسبة لچينات الرنا الفعال المخبأة فى الإنترونات وفى مدات الدنا بين الچينى والتى أُهملت لزمن طويل:

فإننا نجد التفاف الباحثين الآن حولها لفهمها وازدياد إدراكهم بها.. وخلافاً للچينات المُصنِّعة للبروتين ذات الكود المعيارى الذى يتضمن إشارتى «البدء» و«التوقف» البسيطتين، فإن چينات الرنا فقط على درجة كبيرة من التفاوت، بحيث أن البرامج الحاسوبية لا تستطيع أن تميزها من بقية تسلسلات الدنا تمييزاً يمكن الوثوق

به.. لذا فإننا نجد أن المعهد الوطنى لأبحاث جينوم الإنسان National Human Genome Research Institute (NHGRI) قد أطلق فى خريف ٢٠٠٣ مشروعاً طموحاً بقيمة ٣٦ مليون دولار لإنتاج «موسوعة عناصر الدنا». ويهدف المشروع إلى فهرسة كل نوع من أنواع الرنا والبروتين، التى تصنع من جزء منتقى من چينوم الإنسان مقداره ١ فى المئة فقط فى مدة ثلاث سنوات ويقول أحد الباحثين: «... فإن ما اعتبر على أنه سَقَط بسبب عدم فهمنا لوظيفته قد يتضح فى حقيقة الأمر أنه الأساس الفعلى لتعقيد تركيب الإنسان».

إن تحرى تلك الطبقة من المعلومات اللاچينية، سيفسر تلك الألغاز القديمة: كيف استطاع الإنسان أن يبقى على قيد الحياة بچينوم مركوم على نحو رهيب بكسر دناوية، هى ظاهرياً عديمة النفع وطفيلية، لماذا يصعب استنساخ حيوان بالغ، فى حين يسهل كثيراً استنساخ الجنين؟ لماذا تتخطى Skip صفات معينة أجيالاً من البشر على نحو لا يمكن ظاهرياً التنبؤ به؟

- وبالنسبة لطبقة المعلومات اللاچينية:

يؤكد الباحثون أن مشروع الچينوم البشرى لم يكن إلا بداية العمل فقط، وأنهم بحاجة إلى إنتاج وصف مماثل يختص بالصورة اللاچينية العامة "epigenetic landscape. وهذا هو تماماً ما عزمت على أن تقوم به كل من شركة Epigenomics ومعهد ويلكوم ترسْت سانجر Wellcome Trust Sanger فى المملكة المتحدة.. حيث أطلقا فى شهر ١٠/ ٢٠٠٣م مشروع الإبيچينوم البشرى Project Human Epigenome ومدته خمس سنوات ويستهدف وضع خريطة لجميع مواضع الميثلة فى الدنا. وقد أعلنت المجموعة عن انتهائها من وضع خريطة لأكثر من ١٠٠٠٠٠ من عُلامات الميثيل المرتبطة بمعقد التوافق النسيجى الكبير الذى يشكل جزءاً من الصبغى «٦» الذى يرتبط بالكثير من الأمراض.

ونستشف مما يدور من حوارات بين الباحثين الآن قولهم أن الأمر قد يستغرق عقوداً بكاملها، كى يتم بناء نظرية مفصلة تفسر كيف أن الدنا والرنا والآلية اللاچينية تتوافق جميعها فى منظومة متواشجة ذاتية التنظيم ولا يوجد أى شك لديهم فى

الحاجة إلى نظرية جديدة تحل محل (الدُّكمـة المركزية والتى سبق وأشرنا إلى المقصود بها فى مقدمة الفصل).

لقد قام الباحثون فى الأعوام الأخيرة بتقصى الأجزاء الأقل وضوحاً من الچينوم بشكل أكثر دقـة. وذلك بهدف الكشف عن تفاسير للشذوذات التى تخـالف الدُّكمة المركزية مثل: الأمراض التى تُصيب بعض العائلات ولكنها تظهر بشكل فجائى، وقد تختلف حتى مـا بين التوائم المتماثلة، والچينات التى تعـمل أو تتوقف عن العمل فى حالات السـرطان ولا تحمل مع ذلك أى طفـرات، والنسائل Clones التى عـادة مـا تموت فى الرحم. لقـد وجدوا أن هاتين الطبـقتين ـ من المعلومـات، خلافاً للـچينات المكودة للبروتين، ترتبط ارتباطاً مدهشاً ووثيقاً بالوراثة والتنامى والمرض.

إن النظرة الجـديدة لآلة الچينوم تفـتح آفاقـاً أمام الهندسـة الچينـومية. ولا تُـعَدُّ الچـيناتُ المكودة للبـروتين. والبالغ عـددها نحـو ٣٠٠٠٠، والتى هى من الأهميـة، بحيث إنها غيـر قابلة للتغيير ـ مجـموعة الإرشادات الوحيدة التى تلجـأ إليها الخلية. فالدنا غير المكوَّد له شأن والارتباطات الكيميائية المتعلقة بالدنا والهستونات لها شأن، وشكل الكرومـاتين له شأن أيضـاً. وجميع هؤلاء عُـرضة للمنابلة. وفـى هذا الصدد يقول أحد الباحثين «أمامنا كون كامل جديد، لم نبصره من قبل، وهذا مثير جداً».

الجولة الثانية:

أولاً: تمهيد: - جينات حقيقيات النواة عادة «مفروقة»

سبق وذكرنا فى الجولة الأولى أن جينات حقيقيات النواة عادة ما تكون مفروقة Split genes، حيث يحمل الجين ما بين الإكسونات (التى تكوِّد أو تُشفِّر لإنتاج بروتين مطلوب) - يحمل إنترونات (لا تشفر لإنتاج البروتين وكان يُعتقد أنها من اللغو الدناوى)، وكثيراً ما يود الباحثون إجراء عملية لنقل جين بشرى مثلاً من بكتيرة بهدف أن يعمل بها وينتج بروتيناً بشرياً مطلوباً.

ويتبادر بينهم سؤال هام وهو: ما الداعى إلى نقل الجين البشرى بأكمله بما يحمله من إنترونات قد تستغرق معظم طوله ولا تشفر شيئًا؟ ثم إن البكتيرة فى الأصل من بدائيات النواة، وهذه لا تستطيع أصلاً أن تجرى عملية التشذيب فى الرنا النووى (حذف للإنترونات لأنها لا تكود لإنتاج البروتين) لتزيل منه الإنترونات. لذا كان التفكير فى تصنيع دنا لا يحوى هذه الإنترونات ليتم نقله وحده إذا كان للجين أن يعمل بالبكتيرة ... وهذا الدنا الذى يتم صناعته محذوفاً منه الإنترونات يسمى (الدنا المكمل DNA) وهو محور هذه الجولة... إن تصنيع هذا الدنا المكمل يذكرنا بالرنا المرسال (المُشذَّب) الذى يتم تصنيعه عادة فى خلية الكائنات حقيقيات النواة... أما كيف يحدث هذا ؟ .. ففى النقطة الثانية نلقى مزيداً من الضوء عليها.

ثانياً: إنتاج الرنا النووى والرنا المرسال كمرحلة لإنتاج بروتين بعينه:

تصل رسالة من داخل الخلية أو خارجها تقول: إن الوقت قد حان لإنتاج بروتين معين. ترد الرسالة إلى تتابع المنشط Promoter الموجود متاخماً لمطلع الجين المعنى. وستجد أن جديلة واحدة من جديلتى لولب الدنا المزدوج فى أى مقطع لجين هى الجديلة العَمّالة Coding or informative بينما تكون الأخرى بطَّالة noncoding antisense - نعنى أن تتابع سلسلة الأحماض الأمينية فى البروتين الذى يشفر له الجين يعكس تتابع الكودونات فى الجديلة العمالة لا البطالة (ولنذكر مثلاً الكودون ٥َ - ث ج ج - ٣َ على جديلة وهو المشفر للتربتوفان، يقابله على الجدلية المكملة ٣َ - أ

س س ـ ٥َ، ويُقْـرأ في الاتجـاه ٥َ ـ ٣َ س س أ المشـفر لـلبرولـين). هنا تصل إنزيمات بلمرة الرنا لتبـدأ عملية النسخ transcription، إذ يقوم جـزيء من الإنزيم عند تتابع المنشط بفَسْخ جديلتي الدنا، ويرتبط بالجديلة البطالة للجين لـيتخذها قالباً template يبني عليه، ثم يبدأ في إضافة النوتيدات المكملة لتتابع الجديلة هذه (في الاتجاه ٥ ـ ٣) مع مـلاحظة أن [(ي) ـ اليوراسـيل ـ هي القـاعدة في الرنا، المكملة للقاعـدة (أ) في الدنا] ويـتكون بذلك خـيط من الـرنا يسـمى الرنا النـووي (رنا ـ نو) n (nRNA) RNA) nuclear RNA يتنامى إلى أن يصل إلى كـودون الـتـوقف بنهـاية الجين ـ فيـتوقف النسخ، ويستـعيد الدنا صـورته الأصلية، ويحرر خـيط الرنا النووي، الذي سيطابق تماماً التـتابع على جـديلة الدنا الأخـرى العمـالة في اتجاهه وقـواعده، بعـد استبدال القواعد (ي) بالقواعد (ث) واستبدال سكر الريبوز بسكر الديوكسي ريبوز. ويكون أول كودون في الرنا النووي هو كودون حمض الميثيونين أي ج (الذي يعمل كإشارة بدء) عند الطرف ٥َ، أما الكودون الأخير فسيكون واحداً من كـودونات التوقف الثلاثة: ي أ ج أو ي أ أ، ي ج أ (لاحظ استبدال ي بالقاعدة ث).

ونلاحظ أن هذه النسخة من الرنا هي نسخة من تتابع الجين المطلوب تنفيد ما به من تعليمات لإنتاج بروتين بعينه. ولأن الجين يحمل بداخله مقاطع مما كان يُعتقد أنه سقط الدنا، أي أن امـتداد القواعد في جديـلة الدنا (الجين)، وفي جديلة «الرنا ـ نو» الناتجة عـنها بالنسخ، يحـمل مناطق مشـفرة لتتـابع الأحمـاض الأمينية فـي البروتين «إكسونات» تتخللها مناطق أُعتقد أنها «لغو» لا تشفر لشيء (تسمى إنترونات).

لذا فـتـتم عمليـة تشـذيب Splicing داخل النواة، فـتـزال الإنـترونات وتُلحم الإكسونات سوياً في شريط أقصـر لا يحمل إلا الكودونات اللازمة لإنتاج البروتين، بتـرتيبـهـا، ليخـرج خـيط الرنا وقـد شُذِّب ـ ويسـمى الآن الرنا المرسـال (رنا ـ م) ـ messenger RNA (mRNA) يخرج من غشاء نواة الخليـة إلى السيتوبلازم بعد أن يُضاف إليه في الطرف ٣َ ذيل من النوتيدات كلها أدنين، وقلنسوة في الطرف ٥َ، وفي السيتوبلازم يذهب إلى الريبوزومات حـيث تتم عملية الترجمة translation لتنفـيذ الشفرة التي يتـضمنها الرنا المرسال، إلى أحمـاض أمينية وبتجمع الأحـمـاض الأمينية

فى سلاسل عديد الببتيد بتكون البروتين لينطوى ويتخذ الصورة المميزة له.

ثالثاً: مشروع الجينوم والأمل فى التوصل لصيغة الجين الصناعى بمعدلات كبيرة:

وفى ضوء ما تكشَّف لنا من حقائق هامة بخصوص حذف الإنترونات و«تشذيب الرنا ـ ن) والذى منه يتم تكوين الرنا المرسال؛ نعود لتساؤل الباحثين الذى قدمناه فى مقدمة الجولة وهو «ما الداعى إلى نقل الجين البشرى بأكمله بما يحمله من إنترونات قد تستغرق معظم طوله ولا تشفر للبروتين؟!!

لقد كان من الآمال التى يرجو العلماء إنجازها من خلال مشروع الجينوم هو أن يتم التوصل لإنتاج صيغة الجين (الصناعى) التى تسمى الدنا (المتمم) وتكوين تتابع هذا الجين بعد أن تحذف الإنترونات، وهذه الصيغة لا تحدث طبيعياً ـ وسيشفر هذا الدنا المتمِّم إلى رنا مرسال عن طريق (العملية) التى تقرأ الدنا الخلوى الخام.

وهذا لا يتحقق فيزيقياً داخل الخلية، لكن بإمكان الباحثين تحقيقه فيزيقياً بتدبير ذلك فى أنابيب الاختبار، باستخدام إنزيم النسخ العكسى.

ويذكر هؤلاء الباحثون أنهم يستطيعون بذلك تسجيل براءته. وبالفعل فلقد قام المهندسون الوراثيون بتصنيع بضعة جينات لتصبح [جينات دنا ـ م] . «أى دنا ـ مكمل»، وكان منها تصنيع جين الأنسولين الآدمى فى بلازميدات بكتيرية؛ ثم سجلوا براءة هذه البلازميدات «فى صورتها هذا المزيج».

وكان أمل الباحثين هو استكمال ما بدأوه من خلال الأساليب والتكنولوچيات الجديدة التى يتيحها مشروع الجينوم.. وأن يسهم فى التعجيل بتسجيل براءات تتابع دنا ـ م، ولكن تُرى «عزيزنا القارئ» ـ ما هى الفكرة التى على أساسها تمكن الباحثون من إنتاج هذا الجين المُشذَّب الصناعى أو كما يُطلق عليه [الدنا المكمل (دنا ـ م)]؟!!
وهل اكتفى الباحثون بذلك الإنجاز وهو تكوينه داخل بلازميدات خاصة أم امتد طموحهم لما هو أكثر من هذا؟!! ... معنا فى النقطة التالية لتعرف:

رابعـاً: اسـتـخـدام إنزيمات النسخ العكسى (reuerse trans criplases) لتصنيع الدنا المكمل (دنا م) واستنسال مكتبات سى دنا (CDNA):

١ـ استخدام إنزيمات النسخ العكسى: ويمكن إيجازها كما يلى:

(أ) يقوم الباحثون أولاً بفرز كل شـذرات دنا التى فى الخلية وبناء على معرفتهم وملاحظاتهم لتتابعات الدنا فى منطقـة الچين (المستهـدف) ـ والتى تنسخ لتكون رنا مرسال غـير مُشذب (الرنا النووى)؛ إلى أن يتم الوصول لإيجـاد الكثير من نوع الرنا الرسول (باعتبـارها نسخًا من الچينات تم إنتاجها) مع الأخذ فى الاعـتبار أن الهدف الأساسى من عملية النسخ هو التشفير لإنتاج البروتين ـ وهذا «الرنا» هو الذى نعتبره دليلاً إلى الچينات المشفرة لإنتاج البروتين فى الخلايا.

(ب) يستخدم البيولوچيون إنزيمات النسخ العكسى، حتى يمكن باستعمالها أن ينتجوا الجـديلة الرنا المرسال (رنا ـ م) جديلة من الدنا المكمل (دنا ـ م)، مسـتخدمين جدائل (الرنا ـ م) المفـردة كقالب، أى أن يستـعيدوا تركـيب تتابع الدنا بالنواة، الذى نُقِل عنه الرنا، وذلك بعد إزالة الإنترونات منه، ومن الممكن أن تستخدم جديلة (دنا ـ م) هذه المفـردة (والتى هى نسخـة منسوخـة من نسخـة)؛ كقـالب يعمل عليـه إنزيم بوليمـيريز الدنا فى تجميع الجـديلة المكملة للولب الدنا المزدوج. وهنا يمكن أن يُكْلون لولب الدنا ـ م المـزدوج هذا مـثلمـا يُكْلون غـيـره من الدنا، فـى البكتـيـريا مـثـلاً أو الفيروس.

(د) ولتوضيح الأمر لنفرض أن الكودون على الكروموزوم هو:

٥َ ـ س أ ج ـ ٣َ

٣َ ـ ج ث س ـ ٥َ

ولنفرض أن الجديلة العليا هى التى ستُنسخ إلى رنا مرسال. ستكون جديلة رنا ـ م الخارجـة من النواة هى ٥َ ـ ج ي س (اليوراسـيل فى الرنا يُكمل الأدنين). من هذه يُنسخ كـودون دنا مكمل سيكـون ٥َ ـ س أ ج، يستـعمل هذا قـالباً لإنتـاج الكودون المكمل لكودون الـدنا ـ م فى اللولب المزدوج: ج ث س .. نكون فى الحـقـيـقـة قـد رجعنا إلى كودون الدنا على الكروموزوم الأصلى.

(هـ) هكذا أصبح لدينا تتابع دناوى وراثى (لولب دنا ـ م مزدوج) ويحوى منطقة الإكسونات العاملة والمنتجة للبروتين المرغوب فيه من قِبَل الباحث ولا يحوى الإنترونات أو بمعنى آخر أصبح لدينا، من الوجهة النظرية نسخ لنصوص الچينات الأصلية ليس فيها أى من دنا اللغو الذى يقع بينهما.

نعود للتساؤل الثانى وهو هل اكتفى الباحثون بتحقيق ذلك الإنجاز ـ [(تصنيع دنا ـ م) ، وتصنيع تلك النوعية الخاصة من البلازميدات البكتيرية أم سعوا لما هو أكثر؟ !] والإجابة هى: بالطبع سعى الباحثون لما هو أكثر وحققوا إنجازات عديدة نذكر منها :

٢ـ استنسال مكتبات سى دنا (C DNA):

حيث يستطيع الباحثون أن يكونوا مكتبة من الدنا ـ م (عن الرنا ـ م) تحفظ فيها الچينات (التى تكود لبروتينات) فى مختلف أنواع الخلايا من حقيقيات النواة ـ حيث أن چيناتها عادة من النوع المفروق ـ إذ بعد عزل الچين البشرى والتوصل «للرنا ـ م» الخاص به أو عدة الرناوات المكملة واستخدام إنزيم النسخ العكسى لإنتاج چين مكمل فى النهاية، يتم وضع الچين فى بلازميد فيصبح بلازميد مطعمًا ليوضع فى خلية بكتيرية ويتم كلونة واستنسال هذا الچين لملايين النسخ منه، بحيث يمكن تنقيتها وقراءة تتابع الحروف الموجودة فى الچين، وبالمثل مع باقى الچينات، ولقد أمكن بهذه الطريقة صنع مكتبات هائلة من الدنا البشرى تحوى آلافاً من شذرات متداخلة من الچينوم البشرى، وكل منها موجود بكمية تكفى لدراستها لمشروع الجينوم، على أننا لابد أن نتذكر أن لكل چين عوامل تنظيمية (تمتد نحو ٥٠٠ ـ ٥٠٠٠ زق من حدوده)، وطبيعى ألاَّ يُعَبَّر عن هذه العوامل فى الرنا المرسال، ويلزم أن نُلحقَ بالچين المركَّب من الدنا المتمم العوامل التنظيمية اللازمة كى يعمل.

أمثلة توضيحية لبعض الچينات [لإبراز وجود إنترونات بين الإكسونات المشفرة]

١ـ الچين المسئول عن وراثيات فصائل الدم:

فى عام ١٩٩٠م تم التعرف على الچين المسئول عن وراثيات فصائل الدم OBA وفصائل B, A وهى أشكال «سائدة بالمشاركة» من الچين نفسه. بينما فصيلة

O هى الشكل المتنحى له . بل وتم تحـديد الچين وتركـيبـه فهو عـلى كرومـوسـوم ٩ قرب نهاية الذراع الطويلة. ويبلغ طول نـصه ١٠٦٢ «حرفاً»، مقسمـة إلى إكسونات (فقرات) منها ستة قصيرة وواحد طويل، وهـذه الإكسونات مبعثرة على «صفحات» عديدة من الكروموسـوم، تبلغ إجمالاً ١٨٠٠٠ حرف. فهذا چين من حـجم متوسط تعترضـه خمسة إنترونات. وهذا الچين هو وصـفة لناقل الجالاكتوزيل والذى يعـتبر إنزيمًا بروتينيًا له القدرة على حفز تفاعل كيميائى، والفارق بين چين A، وچين B هو سبعة حـروف من بين ١٠٦٢، منها ثلاثة حروف مترادفـة أو ساكنة بمعنى أنها لا تؤثر فى الحامض الأمـينى الذى يُختـار فى سلسلة البروتين. والحـروف الباقيـة الأربعة فى الترتيب هى: ٥٢٣ و ٧٠٠، ٧٩٣، ٨٠٠ نجدها عند الأفراد من نوع فصيلة (A) تُقرأ س، ج، س، ج، أما عنـد الأفراد من نوع فصـيلة B فـهى تقـرأ ج، أ، أ، س. وهناك فروق أخـرى نادرة. فهُناك قلة من الأفراد لـديهم بعض من حروف A وبـعض مـن حـروف B، كما توجـد نسخة نادرة من "A" حيث يغيب أحد الحروف قرب النهاية إلا أن هذه الفروق الأربعة الصغـيرة تجعل البروتين مختلفـاً بالقدر الكافى لأن يسبب رد فعل مناعياً بالنسـبة للدم الخطأ. وفصيلة O فيها تغير واحـد فى الهجاء فقط عندما تقـارن مع فصـيلة A، ولكن بدلاً من إبدال أحد الحـروف بآخر، فإن مـا يحدث هو حذف لحرف. فنجد فى الأفـراد من نوع فصيلة O أن الحرف ٢٥٨ الذى كـان ينبغى أن يقرأ «ج» غـير موجـود بالمرة. وتأثير ذلك بالغ لأنه يسـبب طفرة إزاحـة القراءة أو طفرة إزاحة الإطار، ولها نتائج بعيدة المدى. فنتيـجة لأنهم يُنقصون حرفًا واحدًا فقط موجـودًا فى مكان مبكر نوعـاً من الرسالة، أن كل ما يلى مـن الرسالة سيـقول شيـئًا مخـتلفاً بـالكامل: ذلك أنه يُصنَع بروتين مخـتلف بخـصائص مخـتلفة ولا يـحدث تفاعل كيميائى.

المثال الثانى:

الچين البشرى لسرطان بلاستوما القرنية retinoblastoma:

يتكون من سـبع وعشرين فـقرة موجـزة ذات معنى (إكسـونات) يتخـللها ست

وعشرون صفحة من أشياء أخرى ومغزاها لا علاقة له مطلقًا بأمر التشفير عن الشيء المطلوب (هذا ما يُعتقد حتى الآن).

والسؤال الذي يتبادر للذهن الآن هو: ـ كيف في ضوء ما سبق وتبين لنا ـ تتصرف الچينات بنواة الخلية للقيام بوظائفها وليتم التشفير للبروتين المطلوب فقط دون أي شيء آخر؟!!

والإجابة:

هي : أنه في ضوء أن لدينا چينات مفروقة "Split genes" أي أنها تحمل ما بين الإكسونات المشفرة تتابعات من إنترونات (سبق ذكر ذلك) فإنه يترتب على ذلك تصرفات معينة تسلكها هذه الچينات للقيام بوظائفها داخل الخلية حيث أنه تم ملاحظة أن للكثير من أهم چيناتنا نماذج متعددة لتشذيب الرنا، نعني أن الرنا المرسال المنسوخ من چين واحد قد يجمع سوياً أجزاء مختلفة من تتابع الچين. ولابد أن نفهم وظائف هذه النماذج لحسن دراسة الچين، ونحن نجد أن هذه التتابعات الدناوية في منطقة الچين تُنسخ أولاً إلى رنا نووي، لكنها تُحذف من الرسالة (الرنا المرسال) قبل أن تُترجم إلى بروتين. ويلاحظ الباحثون أنه يلزم أن يُشذَّب خيط الرنا النووي عند تحرره داخل النواة بعد انتهاء عملية النسخ، وعملية التشذيب هذه Splicing تتم لتنظيفه من الإنترونات كي لا يبقى للتنفيذ إلا الإكسونات المشفِّرة فقط سبحان من أبدع ـ إذ من أوحى لهذه الجزيئات البسيطة بأن تزيل تلك الإنترونات طالما أنها غير لازمة وغير ضرورية لإنتاج البروتين.. وبالطبع فإنها موجودة على الدنا الوراثي لحكمة بالغة لذا استمرت.. وعندما يكون لا داعي لها أوجد لها الخالق (جل وعلا) وسيلة ذاتية بنواة الخلية لإزالتها وإذا لم تكن ضرورية (عندما يصفها الباحثون الآن ويطلقون عليها خطئًا دنا اللغو لكانت نفس الوسيلة أو وسيلة مشابهة تحذف هذه الإنترونات من دنا اللغو .. سبحان من أبدع .. سبحان الله) .

نعود لعملية التشذيب للرنا النووي داخل نواة الخلية فنجد أنه تزال الإنترونات وتُلحم الإكسونات سويًا في شريط أقصر لا يحمل إلا الكودونات اللازمة لإنتاج البروتين بترتيبها ليخرج خيط الرنا وقد شُذِّب ـ ويسمى الآن الرنا المرسال (رنا ـ م) ـ

(نعـود فنقـول : كـيف تعلمت هذه الجـزيئـات حسـن الاسـتـثـمـار وتقليل التكلفـة والمجهـود؟ من أعطاها دروساً فى الاقـتصاد والـتوفـيـر؟ ! سبحـان الله)، يلى ذلك؛ خـروج messenger RNA من غشاء نواة الخلية إلى السيـتوبلازم بعد أن يضاف إليه فى الطرف ٣َ ذيل من النوتيـدات كلهـا أدنين ليست له مـهـمة مـعروفـة (وهناك من البـاحـثين من يذكر أنه ليـحمى m - RNA من التـحلل بفعل إنزيمات التـحلل داخل الخلية)، وقلنسوة فى الطرف ٥َ يبدو أن مهمـتها هى إرشاد الريبوزومات إلى كودون «أى ج» الصحيح لبدء الترجمة. يحدث فى بعض الأحيان أثناء تشذيب الرنا النووى أن يُحـذف مع الإنترونات جـزء من إكسـون، أو إكسـون كـامل أو أكثـر، ليتتج عن الجين نفـسه بروتـين آخر أو أكـثر، حـسب حـاجة الكائن الحى. ويـلى ذلك عمليـة الترجمة فى السيـتوبلازم لتنفيذ الشفرة التى يتضمنهـا الرنا المرسال ليتكون فى النهاية البروتين المطلوب.

٣ـ المثال الثالث:

مـرض التليف الكيـسى: (التكيس الليـفى فى الرئة أو سيـستك فيـبـروزوس Cystic Fibrosis):

هو من أكثر الأمراض الوراثيـة انتشاراً فى أوروبا والأمريكان من أصل أوروبى وفى أستراليا، ومـن خلال الإحصائيات نجد أن فى أستـراليا طفلاً من بين كل ٢٠٠٠ طفل مولود يتوفون متـأثرين بهذا المرض، وفى الولايات المتحدة طفل من كل ٣٩٠٠ طفل مولود يتـوفى فى سن مبكر متـأثراً بهذا المرض، ويندر أن يعيش أحـد حتى سن الثلاثين. وكثيراً ما نشاهد عائلات يصاب أبناؤها بهذا المرض.. نذكر منها:

«عـائلة الزوج چاك مـاك چوان .. والزوجة «كـاتى».. فـأبناؤهـم الثـلاثة البنون مُصـابون بالمرض. وكم عانى الوالدان من جـراء هذا المرض واتباع تعليمـات شديدة وقاسيـة من أجل بقاء أبنائهم الثلاثة على قـيد الحياة حتى الآن. ويهاجم هذا المرض الوراثى الرئتين والبنكرياس والأمعاء والغدد العرقية؛ فـيصيب هذه الأعضاء بتلفيات دائمـة؛ مما يؤثر فى وظائفهـا الحـيوية. وهو يبـدأ فى مرحلة الـطفولة المبكرة وبسـبب الإفرازات الكثيفة اللزجة تنسد القنوات الهوائية فى الرئتين، فتظهر الالتهابات وكثرة

القشع، وسوء الامتصاص فى الجهاز الهضمى مما يُظهر علامات سوء التغذية، ويموت معظم المصابين به قبل مرحلة البلوغ، ويندر أن يعيش المصاب به إلى سن الثلاثين.

والمرض ينجم عن چين متنحٍ؛ أى يلزم أن يحمل الفرد منه نسختين (واحدة من الأم والأخرى من الأب) لتظهر أعراضه، أما من يحمل نسخة واحدة فلا يصيبه المرض، ويلزم بالطبع أن يكون والدا المريض حاملين للچين وانتقل الچين الحامل للمرض من كليهما ليصاب الجنين وتظهر عليه أعراض المرض.

وقد وُجد أن هذا المرض هو نتيجة لعيب يحدث فى هذا الچين المتنحى، حيث إنه فى الشخص الطبيعى يقوم الچين الخاص بالمرض بتكوين البروتين المنظم الناقل. هذا البروتين يعمل كقناة تسمح لأيونات الكلوريد بالمرور للخلايا المبطنة للرئة، وقنوات البنكرياس والمعدة، والكبد، والحبل المنوى، والغدد العرقية، والجيوب الأنفية حاملاً إليها الماء الذى يجعل ممراء الهواء رطبة ونظيفة. وفى حالة حدوث خلل فى هذا الچين فإن ممرات تكون أكثر جفافاً بل مُثقلة بالإفرازات، اللزجة وأقل تحملاً للإصابة وتراكم المخاط ليكون طبقة سميكة تسد ممرات الهواء فى الرئة وتآكل الرئة، ويترتب عليه فقدان القدرة على التنفس وحدوث شلل فى الأمعاء يؤدى لسوء امتصاص الغذاء وأيضاً نتيجة لما سبق وازدياد سمك الأغشية المخاطية بالرئة؛ فإن الحامل لهذا الچين لديه ضعف فى جهازه المناعى مما يجعله قابلاً للعدوى بالأمراض المعدية من الميكروبات المختلفة لتزيد حالته سوءاً وتدمر الرئة. ويؤدى كل ما سبق عند اجتماعه إلى وفاة المصابين به من الأطفال حديثى الولادة بعد ولادتهم بحوالى ٣ أيام. ومن خلال إحصائية حديثة عن المرض أوضحت أن إصابة الرئة نتيجة الخلل فى الچين المسئول عن ٩٧٪ من حالات الوفيات.

ولقد اكتشف موقع هذا الچين فى عام ١٩٨٥م [باستخدام الرفليبات]، وتمكن الفريق البحثى بقيادة (لاب تشى تسى) بأحد مستشفيات الأطفال بـ (تورنتو) بكندا عام ١٩٨٩م من عزل الچين المسئول عن هذا المرض وعرف تركيبه الجزيئى.

والمرض ينشأ عن عطب فى الچين (Cystic Fibrosis transmembrane

Conductance Regulator) ويسمى باختصار "CFTR" ويبلغ طول هذا الجين نحو ربع مليون قاعدة، ويقع على الكروموسوم السابع . وإليه يرجع السبب فى حوالى ٣٠٠ ـ ٤٠٠ مرض وراثى آخر ومسئول عن ٩٧٪ من الوفيات.

ويشفر هذا الجين لبروتين من سلسلة من أحماض أمينية طولها. (١٤٨٠) حمضًا أمينيًا، أى أن الجزء المشفر من الجين هو (٤٤٤٠) قاعدة فقط ـ والباقى من أجزاء الدنا (غير مكودة لإنتاج بروتين وظيفى وكان يُطلق عليها سقط الدنا).

هناك أشخاص يحملون هذا الجين ولا يشكون سوى من أعراض بسيطة تتمثل فى التهاب الشُعب الهوائية، أو نزلة شعبية ربوية فقط ولا تحدث الأعراض المميتة للمرض...؟!

ومن خلال بحث العلماء عن السبب.. وجدوا أن:

هناك طفرة محددة فى الجين المعيب موجودة وتسبب ٧٠٪ من الحالات المرضية، وتوجد أكثر من طفرتين فى ١٥ ـ ٢٠٪ من الحالات .. وهذا المرض لا تسببه طفرة فى جين واحد فقط أو طفرتان.

نعود فنذكر أن العطب الذى يُفسد الجين فى نحو ٧٠٪ من المرض اكتُشف أنه يأتى من اقتضاب هو حذف الكودون رقم «٥٠٨» من الجين وتسمى {DF508} وهو الذى يشفر للحمض الأمينى (فينايل آلانين)، ومسئول عن الأعراض المرضية للمرض والتى تظهر بصورة خطيرة فى كثير من المرضى الذين لديهم مثل هذه الطفرة وهكذا نجد أن حمضًا واحداً من بين (١٤٨٠) حمضاً فى السلسلة هو الفارق بين الصحة والإصابة بأعراض المرض.

لكن هناك نحو «٢٠٠» عطب آخر غير هذا تحدث فى مناطق مختلفة من الجين وتسبب المرض أيضًا. وعلى هذا فإن الاختبار الوراثى الذى لا يجد الاقتضاب (٥٠٨) لا يقطع بأن الفرد لا يحمل جين المرض، إذ قد تكون هناك طفرة أخرى فى مكان آخر من الجين لكن وجود الاقتضاب يؤكد أن الفرد مصاب به. إذن هذا الاختبار الوراثى غاية ما يمكن أن يقوله هو إذا كان الفرد مصابًا لكنه لا يقطع بأن الفرد غير مصاب.. وبالطبع فإن هذا الاختبار الوراثى ليس نهاية المطاف.. فالباحثون

عاكفــون على ابتكار اختبارات وفحــوص أكثر كفاءة تُحــقق «المطلوب»؛ أيضاً هناك أمل فى أن ينجح الـعــلاج الجـينى فى منع إصـابة الرئة بـهـذا المرض أو أن يقلل من الدمار الذى يلحق بها فى المرضى الذين ظهرت عليهم أعراض المرض بالفعل.

٤ـ المثال الرابع:

الاختلاف الجينى ودوره فى الحماية من الأمراض:

فللعديد من تعـددات الأشكال تأثيراتها فى الصـحة؛ فمـثلاً: تنتج ما تعتـقد أنه طفرات حدثت وتسـببت فى داء الخلايا المنجلية، وفى بعض حـالات التليف الكيسى من تغـيـيرات جينيـة، نجـدها تحـمى الفرد من هـذين المرضين فى إفريـقيـا وأوروبا.. فالأشـخاص الذين يرثون نسخة واحـدة من تعدد الأشكال الخاص بالخـلايا المنجلية، يُظهـرون بعض المقـاومـة لـلمـلاريا، والذين لديهم نسـخـة واحـدة من خـلة التليف الكيسى، يتعرضون بدرجة أقل للجـفاف الناجم عن الكوليرا. وتظهر أعراض هذين المرضين لدى الذين يرثون نسـختين من الطفـرات. وأيضاً يؤدى الاخـتلاف الجـينى دوراً فى استعداد الفرد للإصابة بالإيدز؛ حيث يوجد لدى البعض خبن deletion فى كلتا نسختيهم لجـينة تكود مستقبل receplor خاص يقع على سطح الخليـة ويُعرف بالكيـموكين (cell- surface chemokin receptor 5) 5 (CCR5) ونتيـجة لذلك، فإن هؤلاء الأفراد لا يُنتج لديهم المستقبلات CCR5 على سطوح خلاياهم.

ومـعظم ذرارى HIV -1 (فيروس نقص المناعة البـشرى المسبب للإيدز) تلتحم بالمسـتـقـبل CCR5 لتتـمكن من دخول الخـلايا.والأشـخـاص الذين لا يمتلكون هذه المستقبلات.. يكونون بطبيعـة الحال مقاومين للعدوى بالفيروس HIV-1 وعلى وجه الحصـر تقريبـاً، (بحسب الـدراسات المتوافـرة حتى الآن) ـ يصـادف هذا التعـدد من أشكال جينة المسـتقبل CCR5 فى مجموعات من شـمال شرق أوروبا. إن أنواعاً من تعدد أشكال CCR5 لا تحول دون حدوث العدوى بالفيروس، إنما تؤثر بدلاً من ذلك فى المعدل الذى تؤدى فـيه العـدوى بالفيروس إلى الإصـابة بالإيدز، ثم الموت، ومن الدراسات المتـاحة تبيَّن أن لبـعض تعددات الأشكال هذه تأثيـرات متشـابهة، إنما فى جماعات سكانية مختلفة ويغير بعضها الآخر فقط سرعة تقدم المرض فى مجموعات

محـددة ، فمـثلاً يتوافق واحـد من تعددات الأشكال هذه بتـأخيـر تقدم المرض لدى الأمـريكيين من أصـل أوروبى. وبتـسـريع تقـدم المرض لدى الأمـريـكيين من أصل إفـريقى. وإذا ما اسـتطاع الباحـثـون فرز الناس فى مـجمـوعـات فـسيـصـبح عندئذ بإمكانهم دراسة هذه التأثيرات النوعية للجماعات السكانية، ،واستخدام معرفتهم فى توجيه المعالجة.

إن لتعـدد الأشكال فى هذه الأمثلة، وأخرى مشـابهة لها، تأثيراً كـبيراً نسبـيًا فى مرض محدد. ولو كـان المسح الچينى غير مكلف وفعـالاً، يمكن عندئذ مسح الأفراد كافة فى ما يتعلق بجميع الأمراض ذات الصلة بالتفاوتات الچينية.

الفصل الثانى

جولات مع
بعض التطبيقات العملية للاستفادة من الاكتشافات المتعلقة بالمحتوى الوراثى فى تطبيقات البصمة الوراثية، وفى عمل استراتيجيات طبية متطورة

تمهيد للفصل:۔

يشمل الفصل ثلاث جولات؛ نلقى الضوء من خلالهم على تطبيقات متعددة توضح بعض الجهود المبذولة من قِبَل الباحثين لحسن الاستفادة من الاكتشافات المتعلقة «بالمحتوى الوراثى» وذلك فى مجالات متعددة مثل التعرف على بعض أجزاء منه (تتابعات بعينها) لتصبح بصمة وراثية تستخدم فى مكافحة الجرائم والكشف عن الجانى وفى اختبارات الأبوة، وفى تتبع الأصول الوراثية وغيرها...

ـ أيضاً نلقى الضوء فى جولة أخرى؛ على بعض التطبيقات التى توضح الجهود المبذولة للاستفادة من «تداخلات الرنا (RNAi)» فى إعاقة أمراض مثل السرطان والإيدز .

وفى جولة ثالثة نشير إلى إعادة فهم العلماء للدور الذى تلعبه الترانزبوزونات واكتشاف أهميتها للإسهام فى التطور والتنظيم الجينومى للكائنات الحية الراقية الأعلى؛ وغيرها من الوظائف الهامة التى لا زال بعضها غير مؤكد تماماً وفى انتظار نتائج الأبحاث الجارية على قدم وساق لتكشف لنا عنها.

ومع البصمة الوراثية والتطبيقات المتعددة لحسن الاستفادة منها نلتقى فى الجولة الأولى بهذا الفصل... فمعنا ..

الجولة الأولى:۔ الاستفادة من بعض الأماكن غير المكودة لإنتاج البروتين لتصبح بصمات وراثية وتطبيقات لها:

تمهيد للجولة:

سبق وذكرنا فى الفصل الأول كيف أن الكثير من الباحثين كانوا يطلقون على

تتابعـات الدنا غير المشفـرة للبروتينات على أنها [دنا لغـو] يتألف من كيانات غـريبة؛ وصنفوا هذه الكيانات الغريبة إلى:

جينات كـاذبة، وجينات كاذبة ارتجـاعية، وتوابع، توابع صـغيـرة وتوابع دقيـقة وترانسـبوزونات ارتجـاعية؛ ومع هـذا التصنيف أعطوا لكل كـيان من هذه الكيـانات خصائص مميـزة له... وسيدور حديثنا فى هـذه الجولة عن الاستفادة الكـبيرة التى تم إنجازها من اثنين من هذه الكيانات .. وهما:

١ـ ما يطلق عليها (الترانسبوزونات الارتجاعية).

٢ـ والتوابع الدقيقة. مع عرض تطبيقات متنوعة توضح ذلك.

أولاً: الاستفادة من تتابعات «الترانسبوزونات الارتجاعية»:

من أكثر الـترانسبوزونات الارتجاعـية شيوعاً نذكـر: «لاين»، و«آلو»... وسنبدأ لقاءنا مع «لاين ـ ١».

(أ): فقرات «لاين ـ ١» "LINE":

يبلغ طول «لاين ـ ١» مـا بين ألف وستة آلاف «حـرف» ويبلغ عمـوماً حـوالى (١٤٠٠) من الحروف، وتتضمن وصفة للمستنسخ العكسى قرب منتصفها، وفقرات «لاين ـ ١» ليست شائعة جداً فحسب؛ فقد يكون هناك «١٠٠ ألف» نسخة منها فى كل نسخـة من جينوم بشرى ولكنها تتجـمع فى أسراب، بحيث أن الفقـرة قد تتكرر مرات عديدة متتابعة على الكروموسوم ويبلغ مقدارها على نحو مذهل ١٤,٦٪ من الجينوم بأكمله. أى أنها تقريباً أكثر شيوعاً بخمسة أمثال من الجينات «الحقيقية».

وفقـرات «لاين ـ ١» [كل فقـرة ـ لاين ـ ١] منها تستطيع أن تسـتنسخ نفسـها، وتصنع المستنسخ العكسى الخاص بها. وتستخدم هذا المستنسخ العكسى لصنع نسخة دنا نفسـها، وتولج هذه النسخـة فى أى مكان بين الجينات. وهذا من أسبـاب وجود نسخ كثيرة من لاين ـ ١ .

وهناك تتابعات مميزة أخـرى تسمى فقرات آلو Alu (الآليـوهات Alus) وهـى يشيع وجـودها أكثر من فـقرات لاين ـ ١، وأقصـر منها. ويبدو أنهـا تجيد استـخدام الجـينات الموجـودة فى فقـرات لاين ـ ١؛ حـيث أنها تستطيع اسـتخـدام المستنسخ

العكسى عند غيرها لتضاعف من نفسها ... فهى - أى (فقرات آلو) - تجيد مضاعفة نفسها.

(ب) فقرات آلو "Alu repeat" (الآليوهات Alus):

هى قطع صغيرة من الدنا متشابهة فيما بينها فى التسلسل وأحياناً تنتسخ «الآليوهات Alus» نفسها وتغرز نفسها عشوائيًا فى كل مكان من چينوم صاحبها .. أى أننا نجد أن النسخة الناتجة تجدل نفسها عشوائياً فى موقع جديد على الصبغى (الكروموسوم) الأصلى أو على صبغى آخر، عادة فى موقع لا يكون له تأثير فى وظائف الچينات المجاورة - (وإن كان بعض الباحثين يرى أنها قد تتسبب فى حدوث أمراض نذكرها بعد قليل).

إن كل غرز يتم، يمثل حادثاً منفرداً، فما إن يغرز أحد الآليوهات - حتى يبقى فى مكانه دهوراً، ينحدر من سلف لآخر (فهى لا تقطع نفسها)، لذلك إذا ما امتلك شخصان الآليو نفسه فى النقطة ذاتها من چينوم كل منهما، فيجب أن يكونا قد تحدرا من سلف مشترك واحد، أورثهما تلك القطعة من الدنا. ولقد ألهم ذلك الباحثين إمكانية استعمال «أنماط توزع الآليوهات» كمعيار لتقدير مدى القرابة الچينية بين شخصين. وفى المتوسط بين جماعتين سكانيتين - (وسيكون لنا لقاء بعد قليل مع بعض هذه الجهود المبذولة لاستخدام الآليوهات فى هذا المجال).

والجدير بالذكر أن «نص آلو» قد يتكرر مليون مرة فى الچينوم البشرى، [بعض المراجع الأخرى تذكر أنه يتكرر ما يقرب ٩٠٠ ألف نسخة] - حتى أننا لنجد نسخة منه داخل أو قرب كل چين بشرى.

والفقرة الواحدة من «آلو» تحوى ما بين [١٨٠ و ٢٨٠ حرفاً] أى أنه على الأقل ١٨٠ من الحروف، وهناك مراجع تفيد بأن طول كل مكرر نحو ٣٠٠ زق (زوج من القواعد). وكل هذه المكررات تحمل التتابع «أ ج ث س» [وهذا موقع تعرف لإنزيم بتر اسمه ألو Alu I] ولها جميعاً ذيل طويل كله من النوتيدات «أ».

ويشبه تتابع «ألو» شبهاً وثيقاً تتابعات لچين حقيقى، وهو چين لجزء من ماكينة البروتين التى تسمى (الريبوسوم)، ولدى هذا الچين على نحو غير معتاد، ما يسمى

الحـاث الداخلى، بمعنى رسـالة تقـول «إقـرأنى» مكتـوبة فى تتـابع فى وسط الچين. وبالتالى فالچين يحمل إشـارة لاستنساخه هو نفسه ولا يعـتمد على أن يحط بالقرب من تتابع حاث آخر مماثل.

لا توجد فقرات آلو إلا فى الرئيسيات، وهى تنقسم إلى خمس عائلات مختلفة، والفئران لديها ما يسمى فقرات ب١ {B1}.

ويفـسر بعض الـعلماء الدور الذى تـلعبـه فـقرات «لاين » أ و «آلو» فى أفـراد البشر: بأنها تسبب طفرات فى البشر بأن تثب (تقفز) من مكانها وتحط فى الوسط من چينات من كل نوع. وهـى مثـلاً تسـبب «الهـيمـوفـيليـا» بأن تحط فى چينات عـامل التجـلط. وهناك تقريبـاً طفرة واحـدة من كل ٧٠٠ طفرة بشـرية يعتـقد العلمـاء أنها تحدث بسبب الچينات القافـزة وفى الفئران ما يقرب من ١٠٪ من الطفـرات تنتج من چينات قافزة.

ومن أهم ما يثيـر القلق فيما يتعلق «بزرع أعضـاء من نوع غريب» فى الإنسان، مـثل أعـضاء خنـازير وقردة بابـون، أن هذا ربما أدى إلى انطلاق أشكال جـديدة من الچينات الواثبة على نوعنا.

وفيما يحـتمل فقد يكون قد حدث قـمع لفقرات آلو البشرية التسـعة من جانب الچينات العاملة وعندها استقر به الأمر على وضعه الحالى الهادئ نوعاً فأصبح وكأنه تكيّـسات فى سبـات لما كان فى الماضـى طفيليـات كـثيـرة فقط لـديها القـدرة على استنساخ نفـسها. وهناك نظرية جديدة تفيد بأن الچينات كلها فى أثناء التنامى المبكر للجنين يُنزع عنهـا ، لزمن قصـير أى ميثلة ويبدأ تشـغيلها، ثم يـلى ذلك أن يحدث تفتـيش دقيق للچـينوم بأكمله تقـوم به جزيئـات مهمـتهـا أن تكشف عن التـتابعات التكرارية وتغلفها بالميثلة (إضـافة مجموعة ميثـيلية من ذرات الكربون والهيدروچين Ch_3) تمنع أن يستنسخه أى قارئ.

وأول مـا يحدث فى الأورام السـرطانية، إزالة مـيثـلة الچينات. ونتـيجـة لذلك يتحـرر دنا الأنانى ويُعبـر عنه تعبيراً غزيراً فى الأورام، ولما كـانت الترانسـبوزونات jumping genes مـثل فقـرات «آلو» و «لاين ـ ١ » تُجيـد الشوشـرة على الچينات

الأخرى، فإنها تجعل السرطان أشد ضرراً، وحسب هذه الحجة فإن «الميثلة DNA methylation » تفيد فى قمع تأثير دنا الأنانى.

نظرة إيجابية للدور الذى تلعبه هذه الفقرات:-

سيكون لنا - عزيزنا القارئ - لقاء فى الجولتين الثانية والثالثة يكشف عن تغير وجهة نظر الباحثين للدور الذى تلعبه هذه الفقرات وغيرها مما كان يُعتقد أنه سقط جينومى.. وذلك وفقاً لآخر الأبحاث والدراسات فى الأعوام الأخيرة... وما يعنينا هنا، هو الإشارة إلى ما أعلنه «Y.E. ليفانون» فى شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين عن اكتشاف مثير يتضمن عملية تحرير طبعة (A to I) {أدينوزين - إلى - إينوزين}، وهى التى يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعى جداً. وهو يحدث بأغلبية فى تتاليات متكررة هى عناصر {Alu}، ويكون تحرير طبعة (Ato1) فعالاً فى الدماغ بشكل خاص. وارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب.

ويذكر الباحثون أن هذا قد سمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة وأنه يمكن لتلك التعددية فى الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك فى النوع البشرى.

ونحن فى انتظار الكشف عن مزيد من الأسرار والخفايا وتقديم تفسيرات جديدة أعمق وأكثر فهماً.

وكما يقول « H.T بيستور» {من جامعة كولومبيا}: «أمامنا كون كامل جديد، لم نبصره من قبل، وهذا مثير جداً».

ولا نستطيع عزيزنا القارئ، أمام كل هذا وما شهد به شاهد من أهلها إلا أن نذكر معك تلك الآيتين الكريمتين : بسم الله الرحمن الرحيم ﴿ **وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً** ﴾ {الإسراء: ٨٥}، و ﴿ **مَّا أَشْهَدتُّهُمْ خَلْقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَلا خَلْقَ أَنفُسِهِمْ وَمَا كُنتُ مُتَّخِذَ الْمُضِلِّينَ عَضُدًا** ﴾ صدق الله العظيم {سورة الكهف: ٥١}.

بعض التطبيقات التى توضح الجهود المبذولة للاستفادة من تتابعات «آلو»:

١- التطبيق الأول:- استخدام إنزيم «آلو 1»:-

فى الخطوة الخلوية الناتجة عن تهجين خلايا الفأر بخلايا الإنسان. فالعادة أن تطرد كروموزومات الإنسان مع الانقسام، ليتبقى چينوم الفأر ومعه كروموزوم بشرى أو جزء من كروموزوم بشرى. وإذا عولجت الخلايا الهجين بإنزيم ألوا، ثم اخترنا طليعتين من التتابع المميز لنا الموجود بمكرر ألو البشرى، وأجرينا التفاعل المتسلسل، أمكننا أن «نلتقط rescue»، وتكاثر تتابعات الدنا البشرى وحدة من بين كل الشظايا الناتجة عن تشظى چينوم الفأر بالخلية.

٢- التطبيق الثانى:

«الاستفادة من «الآليوهات Alus» لتحديد ما إذا كانت الجماعات البشرية المختلفة يرتبط بعضها ببعض.

بما أن الآليوهات Alus، التى سبق أن غُرزت فى مكان ما ، لا تقطع نفسها، فإنه يمكن استعمال أنماط توزع الآليوهات كمعيار لتقدير مدى القرابة الچينية بين شخصين. وفى المتوسط بين جماعتين سكانيتين، فمثلاً يوجد أحد تعدد الأشكال آليو على الصبغى "1" فى ٩٥٪ من عينة مكونة من سكان جنوبى الصحراء الإفريقية، وفى ٧٥٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين، وفى ٦٠٪ من الآسيويين فى حين أن تعدد أشكال آليو آخر على الصبغى «٧»، يصادف فى نحو ٥٪ من سكان جنوبى الصحراء الأفريقية، و ٥٠٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين وفى ٥٠٪ من الآسيويين ويحمل بعض الأفراد نوعى تعددات الأشكال كليهما. ولا يمكن لتعدد أشكال واحد أن يميز بمفرده جميع أفراد جماعة سكانية كبيرة من جميع أفراد جماعة أخرى، ولكن بتحليل مئات من تعددات الأشكال، يصبح بوسع العلماء أن يجمعوا الأفراد الذين تم أخذهم فى عينات من مواضع جغرافية مختلفة فى مجموعات محددة على أساس سجلهم الچينى.

التسلسل AAAG واستخدامه فى تتبع أصول الإنسان هى من وحدات تُعرف بالمكررات الترادفية القصيرة والتى توجد على الكروموسومات... والتسلسل

AAAG ما بين مرتين وسبع مرات لدى الأمريكيين من ذوى الإرث الإفريقى، ولكن ما بين خمس وثمانى مرات لدى الذين أتى أسلافهم من أوروبا أو من الشرق الأوسط، ومن المعروف أن الفرد الواحد يرث مجموعة من هذه المكررات عن أمه وأخرى عن أبيه، بناء على ذلك فإن الشخص الذى يحمل اثنين وثلاثة مكررات، يُرجح أن تكون أسلافه أفريقية، فى حين أن شخصاً آخر، يحمل ستة وثمانية مكررات، يرجح أن تكون أسلافه من أوروبا أو من الشرق الأوسط. بيد أن من يحمل ما بين خمسة وسبعة مكررات، يُصادف فى كلتا الجماعتين السكانيتين؛ وبالطبع فى هذه الحالة يلزم البحث عن تتابعات أخرى لتصنيف هؤلاء الأفراد.

ثانياً: التوابع الدقيقة hypervariable ministellites واتخاذها بصمة وراثية للبشر:

فى عام ١٩٨٤م كان العالم أليك چفريس (من جامعة لستر بالمملكة المتحدة) ومساعدته الفنية فيكى ويلسون يدرسان كيف تتطور الچينات بأن يقارنا الچين البشرى لبروتين العضلات الميوجلوبين مع مرادفه فى الفقمة فلاحظا امتداداً من دنا تكرارى بوسط الچين، وتم إطلاق اسم (التابع الدقيق الفائق التغاير) على هذا الشكل المحدد بخصائص معينة، فهو يوجد على كل الكروموسومات، وهو يظهر عند أكثر من ألف موقع فى الچينوم، ويتكون هذا التتابع فى كل حالة من «عبارة» وحيدة، طولها عادة من حوالى عشرين «حرفًا» تتكرر ثانية المرة بعد الأخرى مرات كثيرة. ويمكن أن تختلف الكلمة حسب الموقع والفرد، ولكنها عادة تحوي «الحروف» المركزية نفسها، ج ج ج س أ ج ج أ ص ج (حيث «ص» يمكن أن تكون أى «حرف») ومغزى هذا التتابع هو أنه مشابه تمامًا لتتابع تستخدمه البكتيريا لتشغيل تبادل للچينات مع خلية بكتيريا أخرى من النوع نفسه، ويبدو أن له دوراً فى تشجيع التبادل بين الكروموسومات عندنا أيضاً، والأمر كأن كل تتابع هو جملة فى وسطها كلمات «هيا بادلنى». وهذا مثلاً للتكرار بتتابع دقيق:

هـ ص ع ك هـ ي أ ب أ د ل ن ي ل و ب ل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لو بل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ
هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ
هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل ـ هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل، وهى فى هذه الحالة عشرة تكرارات. وفى الأماكن الأخرى، عند كل موقع من ألف موقع، قد يكون هناك خمسون أو ستون تكراراً للعبارة نفسها، وحسب التعليمات تبدأ الخلايا فى تبادل العبارات مع سلسلة مرادفة فوق النسخة الأخرى للكروموسوم نفسه، ولكنها، وهى تفعل ذلك، ترتكب أخطاء تتكرر نوعًا ما، بحيث تضيف أو تقلل من عدد التكرارات، وبهذه الطريقة يحدث لكل سلسلة من التكرارات أن يتغير طولها تدريجيًا، ويحدث ذلك بسرعة كافية لأن تختلف السلسلة عند كل فرد، ولكنها من ناحية أخرى سرعة بطيئة نسبيًا، بحيث يكون للأفراد كلهم، فى معظم الأحوال، أطوال التكرارات نفسها كوالديهم، ولما كان هناك آلاف من السلاسل، فإن النتيجة تكون مجموعة فريدة من الأرقام لكل فرد.

وحيث إن كل تابع دقيق يتشارك مع الآخر فى التتابع نفسه الموجود فى القلب منه، الذى يتكون من اثنى عشر حرفاً ، ولكن حيث إن عدد التكرارات أيضاً يمكن أن يختلف اختلافاً كبيراً، فإن هذا كله يؤدى إلى أن يصبح من الأمور البسيطة نسبياً التقاط مصفوفة التابع الدقيق هذه، ومقارنة حجم المصفوفة فى الأفراد المختلفين. وثبت فى النهاية أن عدد التكرارات غاية فى التباين بحيث إن لكل فرد بصمة وراثية فريدة: سلسلة من واسمات سوداء تبدو بالضبط مثل شفرة قضبان. ولقد تبين «چفريس» تواً معنى ما اكتشفه. وصرف النظر عن چينات الميوجلوبين التى كانت هدف دراسته، وبدأ يبحث فيما يمكن صنعه...

ها هى البشرية.. وقد أقدمت «عزيزى القارئ» على تحقيق إنجاز كبير حيث تم الاستفادة من هذا الكشف الخطير وإطلاق مصطلح عليه هو مصطلح: ـ (البصمة الوراثية)... فما هو المقصود منها؟!!

أولاً : المقصود بالبصمة الوراثية:

من خلال ما تقدم يتبين لنا أنها: اختلافات فى التركيب الوراثى بمنطقة الإنترون

وينفرد بـها كل شخص .. باستثناء نوع نادر من التوائم الناشئة عن انقسام بويضة مخصبة واحدة بحيوان منوى واحد. والبصمة الوراثية تورث طبقاً لقوانين مندل، ونجد الطفل يحصل على نصف الاختلافات من الأم والنصف الآخر من الأب، ليكون مزيجًا وراثيًا جديدًا يجمع بين خصائص الوالدين وخصائص مستودع وراثى متسع من قدامى الأسلاف.

والجدير بالذكر أن نسبة الاختلافات تصل إلى حوالى ١ : ٣٠٠ مليون شخص أى أنه من بين ٣٠٠ مليون شخص يوجد شخص واحد فقط يحمل نفس البصمة الوراثية، وللدنا تباين وافر، فهناك نحو موقع للتباين بين كل ١٠٠٠ نوتيدة دنا فى چينوم يحمل نحو ٣ بلايين نوتيدة، والدنا يوجد بكل خلايا الجسم فيما عدا كرات الدم الحمراء، ودنا الشخص متطابق فى كل خلايا الجسم ولا يتغير أثناء الحياة (هذا العادى ما لم يتعرض أى جزء من أجزاء الجسم لظروف بيئية أو ميراث شاذ أدى لعدم التطابق ووجود اختلاف) ، وجزىء الدنا ثابت لحد بعيد والأرجح أن يُحفظ فى اللطخ الجافة.

أيضاً وُجد أن البصمة الوراثية تختلف تبعاً لما سبق وتقدم ـ باختلاف الأنماط الجغرافية للچينات فى شعوب العالم فعلى سبيل المثال يختلف الآسيويون (الجنس الأصفر أو المغولى عن الأفارقة).

ثانيًا : بدايات الاستفادة من هذا الكشف واعتباره بصمة وراثية للتمييز بين الأفراد:

١ـ بدأت محاولات عديدة للاستفادة من هذا الاكتشاف فى التمييز بين الأفراد، وتم ذلك فى جهات عديدة نذكر منها:

(أ) سلطات الهجرة والاستفادة من البصمة الوراثية:

لما كان للأجانب بصمات وراثية مختلفة، بحكم ما تبين لنا فلقد اهتمت سلطات الهجرة فى بريطانيا، فوراً باختبار مزاعم من سيكونون مهاجرين من حيث كونهم أقرباء قرابة وثيقة لأفراد موجودين من قبل فى البلاد، وأثبتت البصمات الوراثية أنهم عموماً كانوا صادقين.

(ب) استعمال التابع الدقيق الفائق التغاير والطب الشرعي:

ونذكر هنا مثالاً يوضح مدى الاستفادة التى تحققت من استخدام إنجاز [أليك جفريس] «الأول» وكان فى حادث مقتل التلميذة [دون أشويرث فى عام ١٩٨٦م] وكان كالآتى :

حيث عُثر على جثمان هذه التلميذة وعمرها خمسة عشر عاماً فى دغل شائك قريب من قرية «ناربورو» فى ليستر شاير فى بريطانيا وكانت قد اغتصبت ثم خُنقت؛ وألقت الشرطة القبض بعدها على بواب شاب فى مستشفى، وهو «ريتشارد بوكلاند» اعترف بارتكاب الجريمة، وكان حريًا أن يستقر الأمر على ذلك، فسيذهب بوكلاند إلى السجن مدانًا بقتل الفتاة، على أن أفراد الشرطة كانوا حريصين على استجلاء قضية أخرى لم تحل، عن فتاة اسمها ليندا مان، وعمرها أيضاً خمسة عشر عاماً، وأيضًا من ناربورو، وهى أيضاً قد اغتصبت وخنقت وتركت فى حقل فى الخلاء، ولكن هذا كان قبل ذلك بما يقرب من ثلاث سنوات، كانت الجريمتان متماثلتين تماثلاً بالغًا بحيث بدا من غير المعقول ألا يرتكبهما الرجل نفسه، ولكن بوكلاند رفض الاعتراف بقتل مان.

وصلت إلى الشرطة أخبار عن إنجاز أليك جفريس فى البصمة الوراثية، وذلك عن طريق الصحف، ولما كان جفريس يعمل فى ليستر، على بُعْد أقل من عشرة أميال من ناربورو، فقد اتصلت الشرطة المحلية بجفريس، وسألته إن كان يمكنه إثبات إدانة بوكلاند فى قضية مان، ووافق على محاولة ذلك، وأمدته الشرطة بسائل منوى أُخذ من جثث الفتاتين وبعينة من دم بوكلاند.

لم يواجه جفريس سوى صعوبة قليلة فى العثور على التوابع الدقيقة المختلفة الموجودة فى كل عينة، وبعد البحث لمدة تزيد على الأسبوع كانت البصمات الوراثية جاهزة، وتبين أن عينتى المنى الاثنتين متطابقتان، ولابد من أن تكونا آتيتين من رجل واحد، وأُغلقت القضية، إلا أن ما شاهده جفريس بعدها أذهله، كان لعينة الدم بصمة تختلف جذريًا عن عينتى المني: لم يكن بوكلاند هو القاتل.

احتجت شرطة ليستر شاير بحماس بأن هذا استنساخ سخيف، وأنه لابد من أن

جفريس قد أخطأ، وأعاد جفريس إجراء الاختبار، كما فعل ذلك أيضًا معمل الطب الشرعي بوزارة الداخلية، وخرجا بالنتيجة نفسها بالضبط، وعلى مضض، سحب رجال الشرطة المحيَّرون اتهامهم لبوكلاند، وحدث لأول مرة في التاريخ أن بُرِّئ رجل على أساس تتابعات دناه.

إلا أنه ظلت هناك شكوك مزعجة، فبوكلاند، على كل حال، قد اعترف ورجال الشرطة كانوا سيجدون أن البصمة الوراثية مقنعة إقناعاً أكثر كثيراً لو أمكنها أن تدين المذنب مثلما يمكنها تبرئة البرىء، وبالتالي، فبعد خمسة شهور من موت أشويرث أخذت الشرطة في اختبار دماء ٥٥٠٠ رجل في منطقة ناربورو بحثًا عن بصمة وراثية تتوافق مع مني القاتل المغتصب، ولم تتوافق أي عينة.

ثم تصادف أن رجلاً يعمل في مخبأ ليستر، اسمه أيان كيلي ذكر لزملائه أنه أجرى اختبار الدم برغم أنه لا يعيش بالقرب من ناربورو، وأن عاملاً آخر في القرن قد طلب منه ذلك، وهو كولن بيتشفورك الذي يعيش بالفعل في ناربورو. زعم بيتشفورك لكيلي أن الشرطة تحاول تلفيق التهمة له، وأعاد أحد زملاء كيلي ذِكر الحكاية للشرطة، فألقت القبض على بيتشفورك، وسرعان ما اعترف بيتشفورك بقتل الفتاتين الاثنتين، إلا أنه ثبت في هذه المرة أن الاعتراف حقيقي، فقد توافقت بصمة دنا دمه مع بصمة المني الموجودة في الجثمانين، وحُكِم عليه في ٢٣ يناير عام ١٩٨٨ بالسجن مدى الحياة.

وبمرور الوقت وحسن الاستفادة أصبحت البصمة الوراثية إلى حد مُذهل دقيقة وجديرة بالاعتماد عليها، إذا استخدمت على الوجه الصحيح وهي تعتمد على عينات صغيرة من أنسجة الجسم، بل حتى مُخاط من الأنف، أو بصمة، أو شعر أو عظمة من جثة طال بها الموت.

وفي السنوات الماضية أصبحت البصمة الوراثية أداة لا غنى عنها واستخدمت المباحث الفيدرالية المعلومات عن الدنا في التعرف على المتهمين في جرائم خطيرة وصنعت قائمة معلومات عن الأشخاص المجرمين والدنا الخاص بهم. هذه القائمة الموجودة فعلاً في انجلترا. وهي سجل قومي حيث تحوي المعلومات الوراثية لكل

شخص ارتكب جريمة منذ عام ١٩٩٥م. وأيضاً المشتبه فيهم فى حالات القضايا التى لم يصلوا لفاعلها.

وكما استفادت انجلترا من تطبيق بصمة الدنا استفادت أيضاً الولايات المتحدة الأمريكية ونذكر هنا:

فى أواسط الثمانينات أسست بضع شركات خاصة لتجير عملية تحديد بصمة الدنا لتعيين هوية المتهمين وأبرزها شركة «سيلمارك دياجنو سينيكس» فى مريلاند، وفى عام ١٩٨٨م أدخلت بصمة الدنا لأول مرة فى المحاكم لتُستخدم كدليل فى قضية «فلوريدا ضد تومى لى أندروز».

وفى عام ١٩٨٩م بدأت وكالات الاستخبارات الأمريكية، بعد دراسة متأنية للتكنولوچيا فى معاملها الخاصة، فى قبول دراسات تقصى السيرة من مؤسسات الطب الشرعى للولايات.. ومنذ ذلك التاريخ وحتى بداية التسعينات استخدمت بصمة الدنا فى أكثر من «مائة قضية» بالولايات المتحدة ، وأجيزت ـ وقتها ـ رسمياً فى دائرة قضائية واحدة على الأقل فى نحو ٣/١ الولايات.

ولقد قطعت البصمة الوراثية طريقاً طويلاً فى العقد الذى تلا استخدام سلطات الهجرة للبصمة الوراثية وقضية بيتشفورك (فى بريطانيا)، واستخدامها فى الولايات المتحدة الأمريكية، وتعددت القضايا التى استفادت من بصمة الدنا، وفيما يلى بعض التطبيقات الموضحة للاستفادة من بصمة الدنا:

ثالثاً: التطبيقات:

١- التطبيق الأول:

الاستفادة من بصمة الدنا للتحقق من هوية أشخاص متوفين:

حيث تمكن الباحثون من خلال حسن استغلال البصمة الوراثية فى التأكيد على هوية (جوزيف مينجل)، والتى استخرجت من القبر فى عام ١٩٩٠م.

٢ـ التطبيق الثانى:

الاستفادة من بصمة الدنا فى التعرف على الأشخاص المتهمين فى الجرائم المختلفة:

وتشمل الأمثلة الآتية:

١ـ تم الحكم على مواطن بريطانى بالسجن «١١» عامًا لاتهامه بسرقة بنك، والجدير بالذكر أنه تم عمل بصمة وراثية للسارق من اللعاب الموجود على شاشة الأمن.

٢ـ بحلول منتصف عام ١٩٩٨م بلغ عدد عينات دنا التى جمعتها مصلحة الطب الشرعى فى بريطانيا وحدها ٣٢٠ ألف عينة استخدمت لإيجاد الصلة بين ٢٨ ألف فرد ومشهد الجريمة. واستُخدم ما يقرب من ضعف هذا العدد من العينات لتبرئة أفراد أبرياء. وبسط من التكنيك، بحيث يمكن استخدام مواقع واحدة للتوابع الدقيقة بدلاً من مواقع كثيرة كما حدث أيضاً تكبير للبصمة الوراثية، بحيث إن التوابع الصغيرة، بل حتى التوابع الدقيقة، يمكن استخدامها لتعطى «شفرات قضبان» فريدة. ويمكن إجراء تحليل لا يقتصر على أطوال تكرارات التوابع الصغيرة، وإنما يتناول أيضاً تتابعاتها الفعلية ليضفى على الإجراء حنكة أكثر.

٣ـ أعلن عمدة نيويورك فى ديسمبر سنة ١٩٩٩م أنه لا يمانع فى أخذ البصمة الوراثية لكل مولود جديد فى المدينة وبالرغم من أن هذه الطريقة ستجعل من كل واحد فى المدينة مشتبهًا به فالشخص الوحيد الذى من حقه أن يخاف من هذا الاختبار فقط هو المشتبه فيه الرئيسى.

٤ـ فى عام ٢٠٠٠م كانت فرنسا تستعد لإصدار سجل قومى يضم الآثار الجينية بالإضافة إلى البصمة الوراثية لمرتكبى جرائم القتل والاغتصاب.

٥ـ ذكر تقرير رسمى صدر (فى عام ٢٠٠٣م) أن بريطانيا تحتفظ بسجلات لحوالى ١,٥ مليون شخص فى قاعدة بيانات الحامض النووى، التى تهدف إلى استخدامها عام ٢٠٠٤م فى مكافحة المجرمين الذين يبلغ عددهم حوالى ٣ ملايين مجرم فى بريطانيا. ومن المعلوم أن الحكومة البريطانية تنفق ١٨٧ مليون جنيه

استرلينى لتوسيع القاعدة لمساعدة الشرطة على الاكتشاف والاعتقال المبكر وتحقيق المزيد من الإدانات للمجرمين.

بعد حوالى ثلاثين عامًا من ارتكاب جريمة قتل راحت ضحيتها البريطانية هيلدا موريل مدافعة السلام النشيطة تم التوصل إلى الجانى الذى أجهز على ضحيته بعدة طعنات وذلك بفضل النتائج المذهلة التى توصل إليها الحامض النووى أو (الـ. دى . إن. إيه).

وترجع أهمية اكتشاف هذا الحادث فى التوصل إلى الجانى الحقيقى بعد هذه السنوات الطوال إلى تأكيد حقيقتين مهمتين أولاهما أن الجريمة لا تموت والحقيقة الثانية هى ما أثبته العلم الحديث من أهمية الحامض النووى فى اكتشاف الجانى.

وكما هو معروف أنه لا توجد أبدًا جريمة كاملة فلابد أن يترك المجرم أثرًا له فى مسرح الجريمة مثل ما حدث فى قضية هيلدا حيث عثر رجال البحث الجنائى على خصلة من شعر الجانى كما وجد أيضًا منديلاً عليه بقعة دم بجانب الضحية ومن هنا كان مفتاح الجريمة إما جثة المجنى عليها ذاتها فقد عثر عليها ملقاة وسط شجيرات كثيفة على بعد عدة كيلومترات من منزلها بعد أيام من إبلاغ جارتها باختفائها.

وقد ثبت من تقرير الطبيب الشرعى أن المجنى عليها قد تعرضت لعدة طعنات أودت بحياتها بعد أن تركها الجانى فى الغابات الكثيفة تنزف وحدها حتى الموت بدماء باردة.

وحيث إن هيلدا كانت لديها اهتمامات شتى بحركات السلام فى العالم والدفاع عن الحريات الشخصية. فكان من الطبيعى أن تتجه أصابع الاتهام إلى وجود جريمة بدافع آخر غير السرقة خاصة أنها لم تُقتل فى منزلها بل اقتادها الجانى بسيارتها إلى موقع الجريمة حيث لفظت أنفاسها الأخيرة.

ومما أكد أن الجريمة لم تكن بدافع السرقة أنه لم يثبت وجود أى مفقودات خاصة بالقتيلة،إلا أن رجال الشرطة قد عثروا على بعض الأوراق والوثائق الخاصة بالمجنى عليها مبعثرة فى منزلها كما ثبت أيضاً أن الجانى قد قام بقطع خط الاتصال الموصل إلى منزلها.

ووفقًا لنتائج البحث الجنائى وتقارير الشرطة اتضح وجود علاقة بين الجريمة

وحركات المجنى عليها النشيطة المناهضة للعنف وتصنيع الأسلحة النووية وتأثيرها القوى على أتباعها باعتبارها كانت أهم عنصر فى (اللوبى) الرافض لهذه الأسلحة بكل أشكالها والتى يطلق عليها حاليًا أسلحة الدمار الشامل.

كما أدلت إحدى الشاهدات وهى قريبة للقتيلة بمعلومات مهمة خلال التحقيقات التى أجريت حول الجريمة آنذاك وهى أن الضحية كانت لديها معلومات مهمة حول غرق الباخرة (بيلجرانو) المثير للجدل والذى يعد إلى الآن أحد الألغاز السياسية.

وكما هو معروف فقد تحطمت الباخرة بالكامل عام ١٩٨٢ واستقرت فى قاع المحيط بركابها وطاقمها وكان على متنها أكثر من ٣٢٠ راكبًا إبان حرب فوكلاند.

وقد أكد نشطاء السلام من تلاميذ هيلدا وجود علاقة قوية بين توجهات المجنى عليها المناوئة للعنف والإرهاب وبين مصرعها وطالبوا بمعرفة الحقائق كاملة بعد استجواب الجانى أو المتهم للوقوف على الأسباب الحقيقية لمقتلها.

وقد اتضح أن الجانى المقبوض عليه حاليًا بتهمة قتل هيلدا موريل هو رجل فى السبعين من عمره أى أنه كان فى الأربعينيات عندما نفَّذ جريمته واعتقد أنه أفلت بها.

كما اتضح أيضًا أنه كان جارًا للمجنى عليها ويقطن فى منطقة شروزبيرى وهو نفس الحى الذى كانت تعيش فيه القتيلة.

وتتجه الشبهات بالكامل حول هذا المتهم بعد أن ثبت تطابق الحامض النووى للمشتبه به مع نتائج عينة الدم المثبتة لدى أجهزة الفحص الجنائى أدلة أخرى من موقع الحادث إلى جانب تطابق تقارير الشرطة حول أسباب الجريمة ودوافع المتهم وهذا ما ستؤكده أو ستنفيه التحقيقات الجارية حاليًا مع المشتبه به.

(عن صحيفة الصنداى تايمز البريطانية)

٧ـ وفى هذا الصدد يُذكر أن مكتب التحقيقات الفيدرالي الأمريكى قد وضع ـ فى الوقت الحالى ـ معياراً يقوم على ١٣ چيناً مختلفاً عندما تُستخدم معاً يمكن التعرف بها على أى شخص. هذا المركَّب فى الچينات يميز أى شخص عن كل الناس على سطح الأرض.

التطبيق الثالث:

الاستفادة من بصمة الدنا فى جرائم الاغتصاب و إثبات الزنا:

ويشمل عدة أمثلة:

١ـ المثال الأول:

فى عام ١٩٩٣م اقتحم أحد المجرمين شقة سيدة أمريكية فى منطقة «روزديل بولاية جورجيا» .. وتحت تهديد السلاح اغتصبها وأرهبها. وتم فى النهاية التعرف على هذا الجانى وهو «چون سيزكا» ٤٧ سنة وتمت إدانته وصدر ضده حكم بالسجن مدى الحياة لاغتصابه خمس سيدات من جامعة جورجيا خلال الفترة من عام ١٩٩٥م وعام ١٩٩٦م. وقد تم مقارنة بصمته الوراثية بعينات من مسرح الجريمة فى جورجيا ثم أخيراً تم ربطه بعينات خاصة بحادث الاغتصاب ـ (فى شقة السيدة الأمريكية) فى روزيل عام ١٩٩٣م.

٢ ـ المثال الثانى:

من خلال دليل البصمة الوراثية استطاعت فتاة عمرها ١٢ سنة إقناع البوليس بأنها تعرضت لتحرش جدها لوالدها. فقد جمعت الضحية بعض المنى الناجم عن عملية الاغتصاب وأدى هذا الدليل إلى إلقاء القبض على هذا الجد المغتصب.

٣ ـ المثال الثالث:

مونيكاو كلينتون:

تم استخدام البصمة الوراثية فى جريمة مشهورة بأمريكا وهى قضية مونيكا والرئيس الأمريكى السابق «بيل كلينتون»، حيث صدر قرار من المحقق لأخذ عينة من دم الرئيس كلينتون فى ٣/ ٨/ ١٩٩٨م بواسطة طبيب البيت الأبيض ـ بعد ادعاء مونيكا لوينسكى المتدربة السابقة فى البيت الأبيض بأن الرئيس الأمريكى السابق كلينتون كان يمارس معها الجنس فى البيت الأبيض، وقدمت فستانها الأزرق الشهير والذى كانت عليه بقعة من السائل المنوى للرئيس ظلت محتفظة به بحالته لمدة ١٧ شهراً ـ وتم إجراء اختبار البصمة الوراثية فى معامل المباحث الفيدرالية، وثبت من خلاله تطابق الحمض النووى فى البقعة الموجودة على الفستان الأزرق مع

الحمض النووى فى دم الرئيس السابق كلينتون. وللعلم فإن نسبة تكرار حدوث هذه البصمة فى حالة الرئيس كلينتون، تبلغ ٧,٠٨٧ تريليون حالة. وهذا يؤكد أنه لنفس الشخص بيل كلينتون وبالطبع ليس له توأم سيامى نلقى عليه هذه الفعلة.

٤- بصقة .. على الطريقة الأمريكية.. تكشف عن مجرم:

سبق وذكرنا كيف تمكن البوليس فى بريطانيا من القبض على مجرم من خلال أخذ بصقته، وهنا نذكر أنه مع بداية عام ٢٠٠٢م نجح أحد رجال البوليس فى منطقة (سان بيتر سبورج) بولاية فلوريدا الأمريكية فى تعقب متهم يدعى «تشارلز سى بيترسون» الذى تشبه أوصافه «دوك روبر» الذى يتميز بأصابع أقدامه وهو رجل متهم فى ١٥ حادث سرقة وحادثى اغتصاب، وأثناء عملية المقارنة توقف المتهم بيترسون فى إشارة المرور وبصق على الأرض قبل أن يهرب بدراجته. وفى ذلك الوقت قام رجل البوليس الذى كان يتعقبه بأخذ عينة من البصقة على ورقة لتكون الدليل ضده وبعد أيام قليلة ظهر تقرير المعمل يؤكد مطابقة جينات العينة بجينات المنى الذى قدمته إحدى ضحاياه وتم إلقاء القبض على بيترسون.

٤- التطبيق الرابع:

استخدام بصمة الدنا فى مجال اختبار الأبوة:

ومثال لذلك ما حدث فى عام ١٩٩٨م حيث أقامت، شركة (جين الهوية) لافتات على الطرق الرئيسية عبر أمريكا تعلن التالى: من الأب؟ اطلب نمط دنا - ١٨٠٠ ! وتلقت الشركة ثلاثمائة مكالمة يومياً تطلب اختباراتها التى تكلف ٦٠٠ دولار، وكانت المكالمات من أمهات غير متزوجات، يطالبن بنفقة لإعالة الطفل من «آباء» أطفالهن، وكذلك مكالمات من آباء متشككين غير واثقين إن كان أطفال رفيقاتهم هم كلهم أبناؤهم ، وبينت أدلة دنا فى أكثر من ثلثى الحالات أن الأمهات كن صادقات. ومن النقاط التى تثير الجدل ما إذا كانت الإساءة التى تلحق ببعض الآباء، عندما يكتشفون خيانة رفيقاتهم، تزيد أهمية عما يحدث لغيرهم من استعادة طمأنينتهم، عندما يعرفون أن شكوكهم لا أساس لها من الصحة، ومما يمكن التنبؤ به ما حدث فى بريطانيا من هياج محموم فى وسائل الإعلام عندما عُرضت هذه

الخدمات الخاصة تجاريًا لأول مرة، فيفترض فى بريطانيا أن تبقى هذه التكنولوچيات الطبية ملكًا للدولة وليس للأفراد.

٥ـ تطبيقات أخرى للاستفادة من بصمة الدنا:

فى بداية التسعينات من القرن العشرين ذكر العالم «ليروى هود» عن إمكانية استخدام بصمة الدنا فى تحديد هوية أفراد القوات المسلحة، وأنه إذا ما طبقنا تشخيصات الدنا على الحيوانات فإنها ستحدد دون لبس نَسَبَ «ماشية الجوائز أو خيل السباق» أيضاً تنبأ هذا العالم بأنه ستُرسم الخرائط الوراثية للمحاصيل النباتية الرئيسية، وتُستخدم فى تحديد هوية ثم فيما بعد هندسة الصفات البيولوچية المرغوبة، مثل المحتوى المرتفع من البروتين أو الطعم الأفضل.

رابعاً: من أسباب النجاح المتزايد لاستخدام بصمة الدنا:

ونذكر من بين الأسباب التى كانت وراء النجاح المتزايد لاستخدام البصمة الوراثية أن كل ما هو مطلوب لتعيين بصمة الدنا هو عينة صغيرة من الأنسجة التى يمكن استخلاص الحمض النووى منها (DNA) فعلى سبيل المثال نحتاج:

عينة من الدم فى حالة إثبات أبوة، عينة من الحيوانات المنوية فى حالة اغتصاب، قطعة من تحت الأظافر أو شعيرات من الجسم يكثر وجودها فى حالة وفاة بعد مقاومة المعتدى، دم أو سائل منوى مجمد، أو جاف موجود على مسرح الجريمة، عينة من اللعاب.

ولقد تمكن العالمان الأستراليان «رولندفان»، «ماكسويل جونز» فى عام ١٩٩٧م من عزل واستخلاص المادة الوراثية من إحدى عينات الدليل ومن دم المتهم، وذلك من الأشياء التى تم لمسها مثل المفاتيح والتليفون والأكواب.

المنهج الأساسى لتحديد بصمة الدنا:

١ـ يستخلص الدنا أولاً من إحدى عينات الدليل، ومن دم المتهم، ثم يقطع الدنا فى كل من العينتين إلى ملايين الشظايا باستخدام إنزيم تحديد يبتر عند تتابعات بذاتها.

٢ـ تُفَرَّدُ الشظايا بعد ذلك وتفصل عن طريق استخدام جهاز الفصل الكهربى [إلكتروفوريسيز] وهو يُفرِّد بالجيل: Pulsed _ Field gel electrophoresis

{PFGE} حيث تُحَمَّل كل عينة على رأس حارة خاصة على الچيل، وتُعرَّض لمجال كهربائى، يجرى على طول هذا الچيل، فتتحرك شظايا الدنا بسرعات تختلف حسب حجمها (الشظايا الأصغر تتحرك أسرع من الشظايا الأكبر) . فى نهاية العملية تُنقل شظايا الدنا إلى غشاء نيلون وتُثَبَّت لتصبح جاهزة للتحليل.

ولكى تظهر شظايا الدنا المناظرة لأى موقع على الكروموسوم، لابد أن يستخدم مسبراً مشعاً يحمل من الدنا تتابعاً قصيراً من هذه المنطقة يُغْمَر الغشاء بالمسبر المشع فيقترن بالتتابعات المكملة، وتظهر شظايا مشعة، ثم يعرَّض الغشاء لفيلم أشعة سينية طوال الليل لنرى أين اقترن المسبر المشع، تميز هذه المواقع بظهور شرائط أنيقة قاتمة اللون تسمى «الصورة الإشعاعية الذاتية "Autoradiography" تشكل الشرائط نموذج دنا العينة للموقع الذى نحن بصدده، يجرى الباحثون أو علماء الطب الشرعى مقارنة بالنسبة لكل موقع ويتبين لهم من خلال ذلك ما إذا كانت نماذج دنا العينة (عدد الشرائط ومواقعها بالضبط) تتوافق مع نظيراتها من دم المتهم، وإذا لم تتوافق النماذج عند كل موقع فإنها تكون مأخوذة من مصادر مختلفة. ومن خلال هذه المقارنة يتبين إذا ما كان المشتبه فيه مذنبًا حقيقة أم لا.

خامساً: أهمية بصمة الدنا وضرورة مراعاة الدقة فى إجراءاتها:

ها أنت عزيزى القارئ ترى كيف أصبحت بصمة الدنا مأثرة هائلة وأحد الأدلة الرئيسية فى علم الطب الشرعى، بل وفى مجال تشخيصات الدنا أيضاً، وقدمتها البيولوچيا الجزيئية إلى نظام القضاء الجنائى، الذى أصبح يعتمد على لغة الچينات. وبات جزىء الدنا كبنك معلومات چينية عن أسلافنا وأصولهم ويعطينا هذه المعلومات كمعطيات سهلة ميسرة وبسرعة ودائمًا ما تُستبدل الإجراءات فى مجال (تحديد بصمة الدنا) كل فترة بتقنيات أكثر حساسية وسهولة فى استخدامها وأقل تكلفة مادية وجهداً، بما فى ذلك استفادتها من تكنيكات أخرى مثل الإكثار باستخدام تفاعل (PCR)، وطرق الكشف التى تسمح بالاستدلال المباشر من تتابع الدنا، والأجهزة المؤتمنة التى تقلل احتمالات الخطأ البشرى، أيضًا يلزم عند استخدام بصمة الدنا فى الجرائم المختلفة مراعاة دقة إجراءات المعمل والعاملين به، فتوافر الدقة يؤدى

لأن يطمئن القاضى للنتائج التى بين يديه وخاصة عند وعيه وإلمامه بالنواحى المختلفة المتخذة لتحليل الدنا فيتمكن من إصدار حكمة وهو على ثقة وباطمئنان لعدالة الحكم. ونعتبر من إحدى القضايا وهى قضية اشتهرت فى فترة نهاية الثمانينات بالولايات المتحدة الأمريكية باسم «نيويورك ضد كاسترو» حيث لم يتوافر عنصر دقة باحثى معمل شركة «لايفكودر» والذى كان مختصًا بتحليل الدنا فأصدر القاضى حكمه فى النهاية بأن بيِّنة بصمة الدنا مقبولة من ناحية المبدأ، لكن التحليل فى هذه القضية لم يتبع المبادئ المقبولة، وحكم بأن بيِّنة الدنا عن التوافق بين الدم الموجود على الساعة وبين دم القتيلتين بينة غير مقبولة قانوناً.

الجولة الثانية : الاستفادة من تداخلات الرنا (RNAi) فى إعاقة السرطان والإيدز:

هى ظاهرة اكتُشفت حديثاً وتعرف باسم تداخلات الرنا أو التدخل الرناوى أو اعتراض الرنا {RNA interference {RNAi، وهى آلية تستعملها الخلايا لإحصار {لتعطيل} التعبير الجينى. وهى تمنع جزيئات الرنا التى انتسخت عن الجينات من أن تكوِّن البروتينات التى تكوِّدها هذه الجينات وتحدث هذه الطريقة الطبيعية فى الإسكان الجينى مثلاً: عندما تحاول الفيروسات أن تُوجه آلة صنع البروتين الخلوية لإنتاج البروتينات الفيروسية.

ويحاول الباحثون ـ الآن ـ الاستفادة منها فى اعتراض أو تعطيل الرسائل السيئة القادمة من الجينات ـ (والتى يترتب عليها الإصابة بالسرطان أو تكاثر الفيروسات الممرضة كالإيدز)، ويأمل الباحثون أن يستعملوا ظاهرة RNAI لعلاج الإيدز والسرطان أو لاتقاء رفض الجسم لعمليات نقل الأعضاء وغيرها من الغرائس transplants.

ولقد تم تعرف ظاهرة "RANi" أول مرة عام ١٩٩٨م فى الديدان الخيطية، وفسرها العلماء بأنها تبدو كوسيلة لإيقاف تكاثر {الجينات الواثبة Jumping genes} (الترانسبوزونات transposons). أما فى الكائنات الحية الأخرى فالإنزيمات الخلوية، وهى جزء من آلية RNAI، تستهدف نوعياً (كِسَراً شاردة من الرنا ذى الخيطين)، قد

تنشأ عن الفيروسات، وتفصل كـلاً من الخيطين بعيداً عن الخيط الآخر . ويمضى عندئذ الخيطان المتحرران، في سيرورة شرع العلماء لتوهم فى فهمها ليرتبط كل منهما بأى مرسال (mRNA) له التسلسل الوراثى المتمم له، ومُبطلاً فعله.

وفى عام ٢٠٠١م وجد «T. توشل» أن نسخاً مختزلة من الرناوات المزدوجة الشريطة ـ سميت الرناوات الاعتراضية القصيرة short interfering RNA_S ($SiRNA_S$) ـ تستطيع إحصار (تعطيل) الجينات فى خلايا الشدييات. وتضاعف بسرعة عدد الأبحاث التى تناولت الآلية RNAi مما لا يزيد قليلاً على العشرة فى العام ١٩٩٨م إلى عدة مئات فى عام ٢٠٠٣م.

ومنذ فترة قامت مجموعة من الباحثين يقودها «ل. ل. رُسى» [من معهد بيكمان للأبحاث فى مركز سرطان مدينة الأمل City or Hope Cancer Center بكاليفورنيا]؛ قامت بهندسة خلايا بشرية لتصنع أنواعاً من الرنا ذى الخيطين، تلائم بعض تسلسلات فيروس نقص المناعة البشرى (HIV) ووجد الباحثون أن أنواع الرنا هذه، منعت الخلايا كلياً ـ بعد إعدائها من صنع بروتينات الفيروس HIV. واستعمل باحثون آخرون ظاهرة RNAi لتعطيل البروتينات ذات الصلة بالسرطان، مثل (الكاتينين بيتا و P53).

وخططت مجموعة «رُسى» لاختبار ذلك لمدة ستين عند متطوعين مُصابين بالإيدز، ومن تجاربه التى خطط القيام بها... إزالة الخلايا التائية (التى يقضى فيروس الإيدز عادة على عدد كبير منها) من هؤلاء الأفراد، وباستعمال الفيروسات لتنقل إلى الخلايا التسلسلات الوراثية لأنواع الرنا ذى الخيطين التى تُكوِّد بروتينات الفيروس (HIV)، ومن ثم إعادة الخلايا المعدّلة ونشرها فى أجسام المرضى. وتأمل مجموعة (رُسى) فى إنشاء مَعين من الخلايا التائية، التى يمكنها مقاومة الفيروس، ومن ثم يبقى المصابون أصحاء ويستعمل زميلان من زملاء «رسى» ومساعدون لهما الظاهرة RNAi لتوليد ما يشبه جنديًا خلويًا عامًا لمهاجمة السرطان.

وهناك اختلاف بين استعمال الرناوات $SiRNA_S$ كأدوية عن علاجات الرناوات المضادة للتعبير الجينى... فالدواء المضاد للتعبير الجينى يتألف من سلسلة تركيبية من

النكليوتيدات التى تترابط برنا مرسال mRNA يضم تسلسلاً متمماً. فهذا الترابط يحصر التعبير الجينى... إن «الرنا SIRNA» يسكت هو الآخر الجينات، حتى إنه من المحتمل أن يستعمل شريطة رنا متمم؛ أى رنا مضاد للتعبير الجينى، كى يقوم بذلك، ولكن ما إن يصبح الرنا SIRNA داخل الخلية؛ حتى يترابط بتجمع من البروتينات، يُدعى معقد الإسكات المحرض بالرنا RNA induced Silincing Complex (RiSC) الذى يحتفظ فقط بشريطة الرنا المضاد للتعبير الجينى . ويترابط عندئذ المعقد RISC الحامل لشريطة "SiRNA" بالرنا المرسال المستهدف، مانعاً إياه من القيام بوظيفته. أيضاً... خلافاً لأدوية الرناوات المضادة للتعبير الجينى، التى ظلت قيد التطوير خلال الخمسة عشر عاماً الماضية، فإن الرناوات SiRNAs لا تقوض فقط جزيئاً مفرداً من الرنا المرسال، بل تعمل كمحفزات تنجز العمل نفسه مراراً وتكراراً، وهذا يفسر ولو جزئياً فعاليتها الواضحة. بل ويضاف لذلك أنها تفوق فعالية الرناوات المضادة للتعبير الجينى ما يزيد ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مثل.

ويؤكد على ذلك تعليق إحدى الباحثات بمعهد هاورد هيوز الطبى بجامعة يوتا حيث تذكر أن ظاهرة RNAI كانت فى التجارب المختبرية أكثر نجاحاً فى إعاقة التعبير الجينى من تقنية الرنا المضاد للانتساخ antisense.

لقد أصبح الرنا RNAi أداة بحثية متميزة خلال وقت قصير، وأيضاً هناك عدد من العقاقير المضادة للانتساخ؛ التى تعمل بارتباطها بالرنا، تختبر حالياً فى الإنسان، لكن آلية عملها لا تزال غير واضحة وتأثيرها غير ثابت. وإمكانات «الرنا RNAi» ـ كدواء ذى أساس جينى لن تتضح إلا بعد انقضاء سنوات عدة، عندما تبرهن التجارب السريرية الأولى أنه فى مقدرة حقنة بسيطة أن توقف التأثيرات التى تنجم عن جينة تُسبب مرضًا من الأمراض.

الجولة الثالثة: مع بعض الجهود المبذولة لإعادة فهم أسرار البرنامج الوراثى الخفى بالخلية والاستفادة منه:

يتنبأ الباحثون وفق ما تبين لهم حديثاً أن يتمكنوا من وضع منظومة منظمة شاملة معتمد ة على الرنا يكون لها تطبيقات فى علم الأدوية وتطوير العقاقير والتفحص الوراثى.

فالعديد من الاختلافات الوراثية التى تحدد الحساسية لمعظم الأمراض وتعزز خصوصيتنا الفردية ربما يكمن فى الهندسة المعمارية لجينومنا، التى تُنظم ولا تكود والتى تتحكم فى النمو والتنامى .. لقد جرى بالفعل ربط رناوات غير مكوَّدة بحالات مرضية عديدة تشمل لمقومة الخلية البائية وسرطان الرئة وسرطان البروستاتة (الموثة) والتوحد والفصام [الشيزوفرينيا]. والمتوقع أن يكون فهم هذه المنظومة المنظّمة فى النهاية حاسماً لفهم شخصيتنا بدنياً ونفسياً، إضافة إلى تباين الخلاّت فى النباتات والحيوانات. وقد يكون مقدمة لاستراتيچيات طبية متطورة من أجل تدخلات طبية ترتقى بالصحة. ومن أجل هندسة وراثية متقدمة بالفعل فى أنواع أخرى.

إن جهود الباحثين الآن ليست مُوجهة فقط نحو الإنترونات ولكن يُضاف إلى الإنترونات ذلك المصدر الكبير الآخر لما كان يُعتقد أنه سقط چينومى ويتألف من الچينات القافزة (الترانزبوزونات) وعناصر متكررة أخرى وتمثل فى مجموعها نحو ٤٠٪ من الچينوم البشرى لقد أعد الباحثون هذه التتاليات - فيما سبق - بأنها طفيليات جزيئية، استعمرت چينوماتنا بشكل موجات فى أزمنة مختلفة من التاريخ التطورى، شأنها فى ذلك شأن الإنترونات. وكجميع المهاجرين ربما لم يكن مُرحبًا بها فى البداية، ولكن ما إن رسخت أقدامها فى المجتمع [الچينوم البشرى] حتى أصبحت هى وسلالتها بصورة تدريجية جزءاً من ديناميته ، تتغير وتسهم وتتطور معه.

[وتعتقد الكاتبة أن هذا غير صحيح بل هو من صميم المحتوى الچينومى للبشر وليست متطفلة ونحن فى انتظار الجديد من نتائج الأبحاث التى تكشف لنا صدق هذا الاعتقاد وأهمية الدور الذى تلعبه] - ولقد بدأت بالفعل نتائج هذه الأبحاث ..

حيث ثمة أدلة جيدة وإن كانت غير مكتملة تشير إلى أن الجينات القافزة تسهم فى التطور والتنظيم الجينومى للكائنات الحية الراقية الأعلى وقد تؤدى دوراً رئيسياً فى الوراثة اللاجينية (تعديل الخلات الوراثية) إضافة إلى ذلك أعلن «Y.E. ليفانون» فى شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين، عن اكتشاف مثير يتضمن عملية تحرير طبعة (AtoI) {أدينوزين ـ إلى إينوزين}، وهى التى يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعى جداً. وأوضحوا أن تحرير طبعة (AtoI) من نسخ الرنا فى البشر يفوق بمرتبتى كبَر ما كان يعتقد سابقاً، وهو يحدث بأغلبية ساحقة فى تتاليات متكررة هى عناصر {Alu} التى تكمن فى تتاليات الرنا غير المكوَّدة. ويكون تحرير طبعة (AtoI) فعالاً فى الدماغ بشكل خاص.

وقد ارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب. ومع أن تحرير طبعة الرنا ـ يحدث إلى حد ما فى الحيوانات، فإن عناصر {Alu} لا توجد إلا فى الرئيسيات .أيضاً تظهر لنا إمكانية مثيرة للاهتمام وهى أن استعمار عناصر (ALU) لسلالة الرئيسيات {إن لم تكن موجودة أصلاً به ولم تستعمره} ـ جعل من الممكن بروز مستوى تعقيد جديد فى تشغيل الرنا وسمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة. ويمكن لتلك التعددية فى الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك فى النوع البشرى.

إن ما قد سبق ونبذ كسقط لأنه لم يكن مفهوماً، قد يتضح فى نهاية الأمر أنه يحمل أسرار التعقيد البشرى، وأنه مرشد إلى برمجة الأنظمة المعقدة بشكل عام. {المرجع: العلوم ٣/ ٤/ ٢٠٠٥م} موضوع (البرنامج الخفى لدى الكائنات الحية المعقدة) صـ ٧٦ ـ ٨٣}.

الباب الرابع

بعض التكنولوچيا المرتكزة
على الدنا من الثمانينات وحتى الآن
وتطبيقات متعددة للاستفادة منها

تمهيد:

قالوا:

«توفر التقدمات السريعة فى التكنولوچيا القائمة على الدنا والتى شهدتها السنون الأخيرة؛ عُدَّةً فعالة لدراسة الوقائع البيولوچية، كما تَعد أيضاً بتغير مثير فى ممارستنا الطب. لقد تمكَّنَّا بالفعل من قدرة على فحص الجسم البشرى، من الخلايا المفردة إلى الدنا النووى ونماذج تعبير الچين، قدرة كانت أبعد من أن تُصَدّق منذ عشرين عاماً لا أكثر.

«طبقت وبسرعة التكنولوچيا المرتكزة على الدنا فى دراسة آليات الأمراض وفى إنتاج عقاقير جديدة. لم تكن قدرتنا على تشخيص الأمراض الوراثية، مثل أنيميا الخلايا المنجلية؛ أو تشخيص الأمراض الوراثية المكتسبة، مثل تكوُّن الأورام الخبيثة، لم تكن لتغدو ممكنة دون هذه التكنولوچيا لا ولم نكن نستطيع أن ننتج علاجات كالإنسولين.. لقد تسارع اتساع التكنولوچيا خلال سبعينات هذا القرن وثمانيناته... تطبق الآن الطرق المرتكزة على الدنا فى مجالات الجراحة (نقل الأعضاء)، والدواء (السرطان)، وطب الأطفال (التشخيص الوراثى) والتوليد/ أمراض النساء (التشخيص قبل الولادة).

المرجع: [طب أساسه الدنا: الوقاية والعلاج - س توماس كاسكى ، الشفرة الوراثية للإنسان . ترجمة د. أحمد مستجير، طبعة أولى سنة ١٩٩٢م عالم المعرفة الكويت سنة ١٩٩٧م ٢١٧].

الفصل الأول:

جولات مع التفاعل المتسلسل للبوليميريز PCR وتطبيقاته

الجولة الأولى:

جولة مع ... التفاعل المتسلسل للبوليميريز (PCR) واستخداماته:

تمهيد:

تفاعل الـ PCR هو تقنية بيولوجية للتكاثر الجزيئى لاستنساخ الچينات، وهو يعتمد على استغلال ظاهرة التكامل بين القواعد النيتروچينية على جديلتى الدنا الوراثى ويستفاد منها فى مجالات عديدة وبخاصة فى:

١ـ فى مجال البصمة الوراثية: وللتعرف على المجرمين وعلى الجثث المشوهة للقتلى فى الحوادث والحروب والزلازل. وسيكون لنا معها لقاء.

٢ـ فى مجال عمل اللقاحات والتطعيمات الچينية ضد الأمراض المعدية: وسنعرض أمثلة موضحة لذلك فيما بعد.

٣ـ فى مجالى الفحوص الوراثية والكشف عن الأمراض المعدية:

حيث ثبت نجاحه فى سنة ١٩٩٤م فى اختبارات للكشف عن العديد من الأمراض سواء وراثية... أو عن الأورام ـ بل وقطع باب الشك باليقين بها. وفى مجال الأمراض المعدية مثل استخدامه كتحليل ضرورى لاكتشاف الفيروسات ومعرفة نوع سلالة الفيروس مثل الفيروس {C}، وفيروس {الإيدز}... وذلك فى وقت مبكر.. وبالنسبة لفيروس الإيدز فإنه يستخدم هذا الاختبار للكشف عن الفيروس مباشرة من عينة مأخوذة من دماء الأشخاص الذين أصيبوا بالعدوى ولم تظهر عليهم الأعراض بعد (أو للتأكد من عدم حدوث عدوى لديهم). وبالتالى يفيد فى سرعة تقديم العلاج وتحسن حالة المرضى لحد كبير.

وفى مصر:

يُذكر أن هذا الاختبار يستعمل منذ فترة ليست بالقصيرة.. ومن بين مَنْ أبرزوا أهميته د. «ألفت جميل شاكر» [أستاذ مساعد الكيمياء الحيوية بطب قصر العينى] والتى نالت جائزة الدولة التشجيعية لتقدمها بأربعة أبحاث عن استخدام اختبار PCR فى مجال الأمراض المعدية مثل الالتهاب الكبدى الوبائى C، والدرن، والزوائد الورمية الموجودة فى رحم بعض السيدات، وأمكن استخدامه فى تشخيص بعض الأورام السرطانية ونقص بعض الجينات وثبت نجاحه ودقته.

وأكد الكثير من أطبائنا على ضرورة الكشف عن إنزيمات الكبد وعمل تحاليل PCR الكمى فى حالة الإصابة بمرض الفيروس الكبدى الوبائى ـ (بعدما ثبت نجاحه)؛ وهذا الفيروس يُعد من أخطر الفيروسات التى تصيب الكبد وينتج عنها تلف خلايا الكبد إذا أُهمل علاجه، وينتقل عن طريق الدم وأمواس الحلاقة وأدوات علاج الأسنان غير المعقمة جيداً أو أثناء العمليات الجراحية. وباستخدام اختبار PCR يتم ملاحظة الفيروس وتمييز وتشخيص نوع السلالة بدقة والكشف عن كم الفيروس فى الدم ومدى قدرته على التكاثر، وبذلك يمكن التحكم فيه ومتابعة حالة المريض منذ البداية وتحديد العلاج المناسب ... وتم فى المركز القومى للبحوث فى مصر العمل على تصميم وسائل تشخيصية صناعية لهذا الفيروس تصلح لعمليات المسح التشخيصى السريع فى بنوك الدم والمعسكرات وبذلك تقل نسبة حدوث العدوى عن طريق الدم.. وبالنسبة للفيروس "C" يُذكر أنه تم التوصل لمعرفة خمس سلالات وفى مصر نجد أشهرها Type 4 وعن طريق اختبار PCR يتم التمكن من معرفة أى سلالة فيروسية أو نمط من هذه السلالات الخمسة هو الذى أُصيب به المريض.

وللعلم فإنه عند عدم معرفة السلالة الفيروسية وتحديدها بدقة وإعطاء العلاج المناسب؛ نجد أنه لا يصلح ولا يؤثر فى الفيروس أى علاج آخر وسيظل المريض يعانى من شدة الآلام وفتك الفيروس به لدرجة تصل لوفاة الكثيرين متأثرين بذلك لذا فبمعرفتنا والتشخيص الدقيق للسلالة المصاب بها المريض عن طريق اختبار PCR فإنه يؤدى لإعطاء علاج مناسب يقضى على المرض فوراً بإذن الله.

لم تنته بعد المجالات التى يستخدم فيها تفاعل (PCR). فهناك المزيد مثل استخدامه لمقارنة الدنا الوراثى للحيوانات وفى مجال التصنيف النباتى وغيرها...

مع كل ما سبق وعن قصة ابتكار تفاعل الـ PCR وفكرة عمله وعمل المجس المناسب وكيفية إجراء هذا التفاعل وتطبيقات متنوعة لاستخدام هذا التفاعل والبصمة الوراثية... مع كل ذلك سنقضى وقتنا فى هذه الجولة فمعنا ... عزيزنا القارئ

أولاً: المقصود باختيار الـ "PCR":

الـ PCR هى اختصار الجملة "Polymerase chain reaction" وهى تعنى: التفاعل المتسلسل للبوليميريز.. أو تفاعل البلمرة المتسلسل.. أو تفاعلات إنزيم البلمرة المتسلسل.

وتقنية (تفاعل) الـ PCR فى غاية الحساسية وتؤدى إلى إنتاج (تصنيع) الدنا معملياً، ويسمى بتفاعل البلمرة لاحتوائه أساساً على إنزيم بلمرة. ويتم فى هذه التقنية استغلال ظاهرة التكامل بين القواعد النيتروجينية على جديلتى الدنا الوراثى، ويُستفاد منها لتكبير وتطويل بادئ من جزء صغير من الدنا، ولإنتاج (أو لاستنساخ أو لإكثار) عدد هائل يبلغ الملايين - بل البلايين من نسخ تتابع دناوى أو چين «يهمنا، أو مطلوب» - خارج الجسم الحى - (أى دون اللجوء إلى الكلونة Clonning باستخدام خلية حية وذلك فى غضون ساعات قليلة لا تتجاوز ٣ - ٤ ساعات، حتى أن عشرين دورة من التسخين والتبريد أثناء التفاعل تنتج أكثر من مليون نسخة من الچين.

وفى حالة إكثار التتابع الدناوى (المطلوب) فإن تفاعل الـ PCR يمكنه ذلك من عينات غاية فى الضآلة من چينوم أى كائن حى.

ثانياً: قصة هذا الابتكار:

فى إبريل من عام ١٩٨٣م كان كارى ماليس "Kary Mallis" فى نزهة فى ليلة قمرية فى كاليفورنيا وتساءل : لماذا لا يتم تصنيع الحامض النووى DNA فى المعمل مثل باقى المركبات والجزيئات البيوكيميائية، وفى هذه الليلة تخيل تفاعل البلمرة

المتسلسل (PCR)، وفى اليوم التالى قام بتغيير منهج البيولوجيا الجزيئية الذى يقوم بتدريسه.

وفكرة تضاعف الـ DNA فى المعمل باستخدام PCR سهلة ولكنها متداخلة وغير عادية، وفى عام ١٩٨٥م {وهناك مراجع تذكر أنه عام ١٩٨٦م}، تم نشر أول بحث عن هذا التفاعل على يد كارى ماليس (أو ماليست) وآخرين "Malliset'al," {فى شركة تسيتوس ببيركلى - كاليفورنيا}. ومن بعدها والبحوث فى زيادة مستمرة، وفى عام ١٩٨٩م اختارت مجلة ساينس "Science" تفاعل الـ PCR كأكبر حدث علمى واختارت «إنزيمTaq Polymerase" كجزىء العام، وفى عام ١٩٩٣م حصل {Karry} على جائزة نوبل فى الكيمياء تقديراً لأهمية هذا الاكتشاف فى خدمة البشرية. ومن خلال تعليق بعضهم على هذا الحدث.. فلقد ورد على لسانه:

"It is diffcult to think of life without it" وعموماً فإن تفاعل الـ PCR هو طريقة معملية لتكبير (تضاعف - إكثار) جزىء معين من الحامض النووى DNA دون اللجوء إلى استخدام البكتيريا كما فى إكثار الجين سابقاً.

ثالثاً: فكرة عمله (فى حالة الشك بالإصابة بأمراض مُعدية):

نجد أن الباحث بعد تمكنه من أخذ عينة من المريض فى بداية المرض - {ويكفى أن تكون هذه العينة نقطة دم على سن إبرة أو مسحة لعاب}. وبدخول هذه العينة للجهاز الخاص باختبار PCR وبضغطة زر يتم الكشف عن أى كمية من الفيروس حتى إذا كانت كمية الميكروب غاية فى الضآلة. وللعلم فلم يكن بالإمكان من قبل مهما تم الاستعانة باختبارات سابقة أن يتم الكشف عن الفيروس أو البكتيريا الممرضة أو الطفيل المتسبب فى المرض ومن عينة ضئيلة للغاية ومن خلال الاختبار يتم مضاعفة المادة الوراثية للميكروب حتى يصل إلى ٣٠ جيل من المادة الوراثية خلال ٣ ساعات مما يسهل من عملية التعرف بسهولة، ويتم إجراء عملية تكبير ونسخ لهذا التسلسل للمادة الوراثية. ويتم تفريق شريطى الدنا الوراثى فى منطقة الجين ثم تعريضها للمسبار.

رابعاً: - أهمية عمل المسبار أو المجس الوراثى المناسب [للكشف عن الميكروب فى تفاعل الـ PCR]:

يمكن للباحثين من خلال معرفتهم للتركيب الجينى للمبكروب أن يصنعوا «مجسات» وهى تحتوى على جزيئات غير كاملة من الحمض النووى للميكروب المطلوب البحث عنه وتشخيصه سواء أكانت مادة الميكروب الوراثية من الرنا الوراثى أو الدنا الوراثى.. ثم يتم تعريض هذا المسبار (المجس) للدنا الوراثى الموجود بالعينة.. وإذا تلامس هذا المجس مع شريط الدنا المفرد الموجود بالعينة المراد فحصها [ولو كانت تحتوى على الميكروب مثل فيروس مُعْد] - فإن الحامض النووى للفيروس الموجود بعينة المريض سوف يتكامل مع جزيئات [القواعد الآزوتية] للحامض النووى للمجس - [بعد أن تم تكبيره كما سنعرف عما قليل] - فإننا نجد أن طرفى الشريط الوراثى يتكاملان ويتعلق الشريط كالسوستة وهو دليل على وجود الميكروب المعنى، ويمكن وسمه بمادة مشعة أو مضيئة.

ويتم الكشف عن الترابط بين القواعد الآزوتية للمسبر والقواعد الآزوتية من خلال التصوير الإشعاعى والذى يُظهر هذه الترابطات فى صورة فقط غامقة. وبالتالى كان هذا دليلاً على أن الشخص مصاب بالميكروب.

خامساً: عمل مجسات وراثية للكشف عن الأمراض الوراثية:

تطور الأمر كثيراً بعد عمل مجس وراثى للكشف عن مرض هنتنجتون لتتزايد المجسات الدناوية للكشف عن أمراض وراثية أخرى بعد أن عرفت مواقع جيناتها على الكروموسومات، وعرفت تتابعاتها؛ من بينها مرض التليف الكيسى، ومتلازمة ليش نيهان، ومرض تاى ساكس، ومتلازمة س الهش. ونتوقع أن يستمر العمل لمعرفة وظيفة كل جين ، والجدير بالذكر أن عدد الجينات يبلغ حوالى ٢٢ ألف جين فقط يحمل جنس الإنسان منها ما يقرب من سبعة آلاف جين؛ أى ثلث جيناتنا يمكن أن يسبب أمراضًا وراثية!! أصبح من الممكن الآن للمرأة التى تشك فى احتمال أن يكون الجنين الذى تحمله مصاباً بهذا المرض الوراثى أو ذاك؛ فى أن تختبر دنا الجنين بالمجس الملائم فتعرف . والمجس الدناوى لا يتطلب إلا قدراً ضئيلاً للغاية من دنا

الجنين. وهناك الآن تقنية تؤخذ فيها خميلة واحدة من الخمائل المشيمية ـ بروز واحد من البروزات الإصبعية الشكل الناتئة من الأنسجة الجنينية التى تتخلل رحم الأم وتكون المشيمة ـ وذلك بعملية يمكن أن تتم فى عشر دقائق لا أكثر دون تخدير. والجنين عمره لا يتجاوز الأسبوع. توفر مثل هذه الخميلة من دنا الجنين ما يكفى لاستخدام المجسات الوراثية لكشف ما قد يوجد به من چينات معيبة. ومعنى هذا أنه قد أصبح فى مقدور المرأة أن تعرف فى المراحل الأولى من الحمل إن كان الجنين مصاباً بالمرض الوراثى الذى تخشاه أم لا.

سادساً: فكرة تقنية الـ PCR [الطريقة التى تعمل بها]:

تعتمد على حقيقة أننا إذا سخنّا محلولاً من الدنا، انفصلت جديلتا اللولب المزدوج إذ لا يربطهما سوى روابط هيدروچينية بين القواعد المكملة على السلسلتين، إنما يمكننا من استغلال الجدائل المفردة التى تنتج عند تسخين الدنا المزدوج الجديلة كقوالب لتمثيل جدائل جديدة؛ وإذا ما بُرِّد المحلول شكل الدنا ثانية لوالب مزدوجة والتتابعات المكملة تجد بعضها بطريقة غاية فى الدقة. مع العلم بأن كل ذلك يتم فى وجود إنزيم بوليميريز مناسب.

ويتطلب إجراء التفاعل أن يتم توفير ظروف مماثلة تماماً لعملية نسخ وتضاعف الـ DNA داخل الخلية فيجب إضافة مكونات التفاعل الأساسية وهى:

(أ) عينة من الدنا:

حيث يبدأ تفاعل البوليميريز المتسلسل بعينة من الدنا، من أى طول، نعرف أنها تحمل فى مكان ما الجزء الوراثى الهدف (المطلوب).

(ب) طليعتان Primers (المسبران):

لو كان الهدف من التفاعل هو لإكثار الچين فيتطلب الأمر تصنيع جديلتين قصيرتين من الدنا ويتراوح طول هذين التتابعين القصيرين ما بين عشر وثلاثين نيوكليوتيدة، وكل واحدة من هاتين الطليعتين تكمل تتابعاً نعرف أنه موجود على إحدى السلسلتين، فى مكان ما على يسار المقطع الهدف، والأخرى تكمل تتابعاً على

السلسلة الأخرى إلى اليـمين. (بمعنى أن الطليعتين يحدان الجين أو التـتابع المطلوب تكثيره من الجـانبين). ويوضـع هذان المسبـران (الطليـعتـان)، واللذان يُطلق على أى منهما اسم الطليعة Primer – فى محلول مناسب ومعهما عينة الدنا، ويجرى تحضير أعداد وفيرة منها .. (من الطليـعتين) ـ بجهاز مخلق الدنا DNA synthesizer، أمـا فى حالة تكبـير الدنا فيسـتخدم بادئ (شريط مـفرد من الـ DNA) مـعـروف تـتـابع قواعده ولا يزيد طوله عن ٢٠ نيوكليوتيدة بدلاً من الطليعتين.

٣. قدر وافر (كبير) من النيوكليوتيدات (DNTD).

٤. إنزيم بلمرة دنا (بوليميريز دنا DNA Polymerase):

حيث يقوم بتـحفيز عمليـة نسخ الدنا، بأن يقوم بتجميع النيـوتيدات على قالب template الدنا، ويلزم أن يكـون مقـاومـاً للحـرارة (يتـحـمل الحـرارة)، لذا يُفـضل استـخدام إنزيم بولـيميـريزتاك "taq" Polymerase المأخـوذ من بكتـيريا ثرمـوس أكواتيكس Thermus aquaticus وهى بكتيريا مائية محبة للحرارة، وحتى يقوم هذا الإنزيم بدوره فى إضافة القواعد النيتروجينيـة وربطها معاً حتى يتكون الخيط المكمل، فإن هذه العملية تتم عند درجة حـرارة ٧٢ْم وهى الدرجة المثلى للحصول على أعلى كفاءة لإنزيم البوليميريز وتُعرف بدرجة حرارة التمديد "extension temperature" وهى لا خلاف عليهـا ولكن الاختلاف هو فى زمن فترة التمـديد، حيث يستطيع هذا الإنزيم إضافة ٦٠ قـاعدة فى الثانية عند درجـة ٧٢ْ م وبالتالى فعند استـخدام تفاعل PCR فى عـملية تكبـير أجـزاء الدنا الوراثى يلزم مـعرفـة أو توقع نواتج التكبيـر إذا كانت ذات حجم كـبير (1.2kb) فإن الزمن المثالى هو ٤٠ ثـانية، وإذا كانت أقل من (500bp) فإن ٢٠ ثانية هو وقت كاف.

٥. محلول مناسب:

وهو مـحلول منظم مناسب لعـمل الإنزيم « lox buffer » ويبدأ فـيه التـفاعل ليحـوى الدنا الذى يحمل الجين المراد تكثيـره، وبه وفرة من الطليعتين ومن القـواعد النيتروجيـنية الأربعة [أ، ث، س، ج]، وإنزيم Taq polymerase 1، وتتوفـر به درجة الحامضية والقاعدية المناسبتان لعمل الإنزيم.

٦- توفير درجات الحرارة المناسبة وجهاز "PCR":

ويتم توفيرها من خلال تحضين أنابيب التفاعل فى جهاز "PCR". وهو جهاز يشبه إلى حد كبير الحمام المائى حيث يقوم برفع درجة الحرارة حتى ١٠٠°م فى وقت قصير ثم يستطيع التبريد وخفض درجة الحرارة حتى صفر درجة مئوية وذلك حسب البرنامج المخزن مسبقاً فى الجهاز.

ويتأثر تفاعل البلمرة المتسلسل بعدة عوامل منها [نذكر منها خمسة عوامل] وهى:

١- نوع الجهاز {PCR}:

فالنوع الجيد من أجهزة الـ PCR يجب أن تتميز بسرعة الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة فى أقل وقت ممكن بمعنى عندما تكون درجة حرارة الجهاز ٩٢°م "denaturing"، والخطوة التالية هى "annealing" {٣٥°م} فإن هبوط درجة الحرارة من ٩٢°م وحتى ٣٥°م يجب أن يتم بأسرع ما يمكن والعكس وتعرف هذه الخاصة {ramp}، ويجب تزويد الجهاز بغطاء متصل بالحامل الذى تحضن فيها أنابيب التفاعل block أو بديل وهو نقطة من زيت معدنى "minearal oil".

٢- درجة حرارة التفكيك أو التكسير denaturing temperature:

فلأنه من المهم أن يتحول خيط الـ DNA المزدوج إلى خيوط مفردة وذلك بتكسير الروابط الهيدروجينية ويحدث ذلك عند درجة ٩٢°م وهى التى تعرف بدرجة حرارة التفكيك denaturing temperature، وهناك من الباحثين من يفضل تحضين الـ DNA {Template DNA} على درجة ٩٥°م لمدة عدة دقائق للتأكد من أن كل الخيوط قد تحولت إلى خيوط مفردة.

٣- تعرف البادئ على التتابع المكمل له على خيط الـ DNA المفرد {Primer annealing}:

فعند خفض درجة الحرارة إلى ٣٥°م {annealing temperture} فإن البادئ يتعرف على التتابع المكمل لتتابع نيوكليوتيداته على أشرطة الـ DNA المفردة ويرتبط بها {تتكون الروابط الهيدروجينية مرة أخرى} وإذا خفضت درجة الحرارة أكثر من

٣٠°م ففى هذه الحالة يحدث ارتبـاط بين البادئ وأى جزء من خيط الـ DNA المفـرد والذى ليس بالضرورة أن يكون مكملاً لتتـابع البادئ بنسبة ١٠٠٪. ومن المعـلوم أن اختيار درجة حرارة {annealing temp} يعتمد على نوع البادئ والغرض من تفاعل البلمرة.

٤ـ تطويل البادئ Primer extension:

وهى هامـة فى حالة استخـدام التفـاعل فى تكبيـر أجزاء من الحـامض النووى (RAPD)، فبعد أن يرتبط البـادئ بالتتابع المكمل له على شريط الـ DNA المفـرد فإن هذه المنطقة تُعرف بمنشـأ التضاعف "Origin of replication" ويبـرز هنا دور إنزيم البوليمـيريز الذى يقوم بإضافـة القواعد النيتـروچينية وربطها معاً حـتى يتكون الخيط المكمل ونكون فى النهاية قـد أتممنا تصنيع خيط مزدوج وتتم هذه العمـلية عند درجة حـرارة هى ٧٢°م وهى الدرجة المثلـى للحصـول على أعلى كـفاءة للإنزيم. وتعـرف بدرجة حرارة التمديد "extension temperature".

٥ـ تركيز إنزيم البوليميريز، والقواعد والبادئ وحامض الـ DNA الهدف:

ملخص طريقة العمل:

يتم تسخين المحلول أولاً إلى درجة ٩٥°م ويبقى هكذا لمدة دقـيقتين ثم يتم تبريده إلى ٣٠°م ويضاف إنزيم البلمرة. وبعد دقيقـتين تكرر دورة التسخين والتبريد. فى كل مـرة يُسَخَّن المحلول تتـفسخ اللوالب المـزدوجة (تنفـصل جديلتـا الدنا)، فإذا مـا برد بردت ـ عندئذ يلتصق مسبرا الدنا (الطليعتـان) بجدائلهما المكملة، يبدأ إنزيم البلمرة فى العمل (بعـد التبـريد) فيقـوم بنسخ منطقة الدنا بين المسـبرين (الطليـعتين) وفيـها المقطع الهدف، وتعمل كل من جديلتى الدنا حديثى التخليق بعد ذلك كقالب لجديلة أخرى، وعند التسخين والتبريد مـرة ثانية يتفسخ كل شىء مرة أخرى ـ لكن المحلول عند التبـريد هذه المرة سيـحـمل ضعـف عدد النسخ من الدنا ذى المسـابر، وبذلك يتضـاعف عدد الجدائل مع كل دورة. وبعـد عشريـن دورة مثلاً سيـكون مقطع الدنا الذى يحمل الهدف قد تضاعف مليون مرة.

ولقـد اعـتبـر تفـاعل PCR المتـسلسل هو أكـثر التـقنيـات الجـديدة ثورية فى

البيولوچيا الجزيئية فى عقد الثمانينات لما يتميز به كإجراء مباشر وسريع للكلونة دون خلايا.

ولقد قامت شـركة سيتوس بتسجيل براءة العملية، ثم باعت البراءة فى صيف ١٩٩١م إلى شركة هوفمان ـ لاروس بمبلغ ٣٠٠ مليون دولار.

استخدامات متعددة لـ PCR

١ـ يستخدم فى الكشف عن وجود تتابع محدد فى عينة دنا.

٢ـ فى التكبير العشوائى للحامض النووى - Rondomly Amplified play morphic DNA (RAPD):

حيث يعتبر التكبير العشوائى لأجزاء من الحامض النووى DNA وهو يعرف بـ RAPD أحد أهم التطبيقات المباشرة لتفاعل البلمرة.

وعن كيفية حدوث عملية التكبير العشوائى فإننا نجد أن الباحث يتبع الآتى:

(أ) يتم مراعـاة توفير ظروف مماثلة تقـريباً لنفس ظروف عمليـة نسخ وتضاعف DNA والسـابق عـرضـهـا منذ قليل من إنزيم بوليـمـيـريز، ووفـرة من القـواعـد النيتروچينية، ... إلخ إلا أننا نضع مع هذه المكونات بادئ (شريط مفرد من الـ DNA معـروف تتابع قـواعده وقصـير لا يزيد طوله عن ٢٠ نيـوتيدة) «ولا نضع الطليـعتين السابق الحديث عنهما فى تفاعل PCR ويراعى فى هذا الإجراء ما يلى:

من المهم جداً أن يتحول خيط الـ DNA المزدوج إلى خيوط مفردة وذلك بتكسير الروابط الهيـدروچينية وهو يحـدث عند ٩٢°م وتعـرف بدرجـة حـرارة التـفكيك، والتحول غـير الكامل لشريط الـ DNA إلى خيوط مفردة سـوف يترتب عليه وجود عدد من الأشرطة غـير المفردة وبالتالى لا يستطيع البادئ التعرف عليه والارتباط فى الخطوة التـاليـة (annealing) وبالتالى فـإن ناتج تفاعل البلمـرة سيكون قليلاً وغـير حقيقى ولذلك فإن معظم الباحثين يفضلون تحضين الـ DNA المراد تكبيره على درجة ٩٥°م لمدة عدة دقائق للتأكد من أن كل الخيوط قد تحولت إلى خيوط مفردة.

(ب) تعرف البادئ على التتابع المكمل له على خيط الـ DNA المفرد:

فعنـد خفض درجة الحـرارة إلى ٣٥ْم (annealing temperature) فإن الـبادئ يتعرف على التتابع المكمل لتتابع النوتيدات على أشرطة الـ DNA المفردة ويرتبط بها (تتكون الروابط النيتروچينية مرة أخرى).

(جـ) تطويل البادئ Primer extension:

بعد أن يرتبط البـادئ بالتتابع المكـمل له على شريط الـ DNA المفـرد فـإن هذه المنطقـة تُعـرف بمنشأ الـتضـاعف Origin of replication، ويـأتـي دور إنـزيم taq polymerase الذي يقوم بإضافة القواعد النيتـروچينية وربطها معاً حتى يتكون الخيط المكمل وبذلك يكون قـد تم تخليق خيط مـزدوج وتتم هذه العمليـة عند درجة ٧٢ْم وتُعرف بدرجـة حرارة التمديد وهى لا خـلاف عليها ولكن الاختـلاف دائماً هو فى زمن فتـرة التمديد فمن المعـروف أن إنزيم البوليميـريز يستطيع إضافة ٦٠ قـاعدة فى الثانية عند درجة ٧٢ْم ، وبـالتالى فمن المهم معرفة أو توقع نواتج التكبـير فإذا كانت ذات حجم كبير (1.2kb) فإن الزمن المثالى هو ٤٠ ثانية وإذا كانت أقل من (500bp) فإن ٢٠ ثانية هو وقت كاف.

وفى حالة اسـتبـدال البوادئ المتخـصصة والمـكملة لتتابع مـعين (محـدد) ببادئ عشوائى (عـبارة عن عشرة أو عشـرين نيوكليوتيدة). سوف يرتبط البـادئ العشوائى بشريط الحامض النووى المفرد إذا تصادف وجود تتابع مكمل له على شريط الحامض النووى، وحـيث إن البادئ العـشوائى قـصـير وشـريط الحامض النووى طويل جـداً واحتـمالية تواجـد عشرة نيـوكليوتيـدات على شريط الحامض النووى المـفرد مكملة لتتـابع نيوكليوتيدات الـبادئ عالية فـإن إمكانية ارتباط البـادئ العشوائى أيضاً عـالية وبالتالى إمكانية تكبـير مقاطع معـينة من الحامض النووى باستخدام بوادئ عـشوائية قائمة وهذا بالضبط ما يحدث فى تفاعل التكبير العشوائى "RAPD".

وفى عـام ١٩٩٥م تمكن «وليم وآخرون» من اسـتـخدام بادئ عـشوائى قـصيـر يحتوى علـى القواعد "G-C" بنسبـة ما بين ٥٠ ـ ٨٠٪ من تكبير مـقاطع من جزيء الحامض النووى DNA وذلك باستخدام درجة تمديد "annealing" منخفضـة نسبياً وبتـحليل نواتج التكبـير الـعشـوائى باسـتخـدام طريقـة التفـريد الكهـربى RAPD}

{Profiles لعينات حامض نووى من مصادر مختلفة، وجدوا أن هذا الأسلوب مفيد فى الكشف عن الاختلافات الوراثية.

٣. استخدام الـ PCR فى إكثار قطعة محددة من الجين:

مثال توضيحى يبين كيفية استخدام تفاعل الـ PCR فى إكثار (قطعة محددة لجين):

١ـ يراعى توفير كافة الظروف المناسبة لإجراء التفاعل والسابق عرضها مع العلم بأننا لا نستخدم بادئًا ولكن طليعتين يجرى تحضير أعداد وفيرة منهما بجهاز مخلق الدنا DNA synthesizer.

٢ـ سنفرض أن الجين الذى نود (إكثاره أو إنتاج كميات منه أو استنساخه) يحده على جانبيه (الطليعتان) الموضحتان كما سيلى، (وسنعتبر أن البادئ مكوَّن من ٣ قواعد فقط):

الجديلة (١)	٥َ.... ــــ	ث ث س ــــ	ج ج أ ــــ ... ٣َ	
من اللولب المزدوج	بقية مقطع الدنا الذى نريد التخلص منها للحصول على الجين وحده	جديلتا الجين المطلوب تكثيره	بقية مقطع الدنا التى نريد التخلص منها للحصول على الجين وحده	
الجديلة (٢)	٣َ .... ــــ	أ أ ج ــــ	س س ث ــــ ..... ٥َ	

الطليعة (١) على الجديلة (١) من اللولب المزدوج هى ٥َ ـ ث ث س ـ ٣َ (وقد كتبت ببنط أسود) والطليعة (٢) على الجديلة (٢) هو ٣َ ـ س س ث ـ ٥َ.

٣ـ بتسخين المحلول لدرجة ٩٥ْم [كما سبق وذكرنا أو لدرجة ٩٤ْم كما ذكرت بعض المراجع الأخرى].

٤ـ يبرد المحلول بعد ٥ دقائق إلى ٣٠ْ ـ ٧٢ْم فتلتحم الطليعتان كل بالتتابع المكمل، وتشرع كلٌّ بدءًا من تتابعها فى بناء جديلة مكملة للقديمة التى التصقت بها.

الجديلة (١) القديمة ٥َ ... ــــ ث ث س ــــ ج ج أ ــــ ... ٣َ

الجديلة (١ ـ أ) ٣َ... ــــ أ أ ج ــــ س س ث ٥َ لولب مزدوج ناشئ عن الجديلة(١)

الجديلة (٢) القديمة ٣َ ... ـــ أ أ ج ـــ س س ث ـــ ... ٥َ

الجـديلة (٢ـ أ) الجـديدة ... ٥َ ث ث س ـــ ج ج أ ـــ ... ٣ لولب مـزدوج ناشئ عن الجديلة.

ملحوظة:

من خلال تتبعك عزيزى القارئ للخطوة السابقة سنجد أن الجديلة الجديدة (١ـ أ) تبـدأ بالطليعـة [٣َ س س ث ـ ٥] وأنهـا لا تحمل كل مـا كـان من قواعـد بالجهـة اليسرى (وهو يحـدث بشكل طبيعى دون تدخُّل من الباحث أى أن النيـوكليوتيدات التى بهـا القواعـد النيتـروچينية جـهة اليسار لم تتكون). وبنفس الشكل مع الـفرق حدث مع الجديلـة (٢ ـ أ) فالجديلة الجديدة (٢ ـ أ) تبدأ بالـطليعة ٥َ ـ ث ث س ـ ٣َ (ولا شىء إلى يمينهـا) وتمتـد حـتى نهـاية المقطـع المكمل إلى اليسـار، عند تسـخين المحلول مرة ثانية لدرجـة الحرارة المثلى ينفصل اللولبان المزدوجان كلٌ إلى جـديلتيه، وسنهـتم هنا فقـط بالجديلة (١ ـ أ)، الجـديلة (٢ ـ أ)، وعندمـا يبرد المحلول تلتـحم الطليعتان كلٌ بالتتابع المكمل:

الجـــديلة (١ ـ أ) ٣َ .. ـــــ أ أ ج ـــ س س ث ٥َ لولـب مـزدوج نـاشئ من الجديلة (١ ـ أ)

الجديلة (١ـ ب) ٥َ ث ث س ـــ ج ج أ ٣َ

الجديلة (٢ ـ أ) ٥َ ث ث س ـــ ج ج أ ٣َ

الجديلة (٢ ـ ب) ٣َ أ أ ح ـــ س س ث ٥َ لولب مـزدوج ناشئ عن الجديلة (٢ ـ ث)

ولعلك تلاحظ عزيزى القارئ أن الجديلة (١ ـ ب) لا تحمل من الجديلة الأصلية (١) إلا منطقة الچين ومعها الطليعة (١) والقواعد المكملة للطليعة (٢)، وأن الجديلة (٢ ـ ب) لا تحـمل أيضاً من الجـديلة (٢) الأصليـة إلا منطقـة الچين والطليعـة (٢) والقواعـد المكملة للطليعة (١) بتكرار التسخين والتبريد يتـضاعف تكرار (١ـ ب)، (٢ ـ ب) أُسيـا exponentially عشرين دورة كهذه لتنتج أكـثر من مليون نسخة من الچين فى المحلول [اللولب المزدوج المكون من الجديلتين (١ ـ ب) و (٢ ـ ب) هو الچين].

وتلاحظ عزيزى القارئ أن هذه التقنية وكأنها تبحث عن منطقة الچين أو التتابع المطلوب بنفسها؛ ثم تنتج منه الأعداد الكثيرة التى ذكرناها، ولا يحتاج الأمر من الباحث سوى أن يفصله عن بقية الچينوم فى آخر التفاعل، بمعنى أننا نستطيع أن نستخدم الچينوم الكامل للكائن الحى، ثم نترك للتقنية أمر اقتناص الچين ونَسْخه ملايين المرات دون تدخُّل منا!!. يكفى فقط أن تعرف ترتيب القواعد فى الطليعتين اللتين يحدان الچين المطلوب.

التنقية:

يتبقى فى المزيج (المحلول) بجانب الچينات التى تم إنتاجها، كمية من القواعد النيتروچينية ونُسخ من الطليعتين والبوليميريز وأطوال أخرى من الدنا غير مطلوبة، ولذا نستخلص الچينات المطلوبة فقط ويتم ذلك عن طريق (التفريد الكهربى بالچيل) الذى يفصل الچين عن كل الشوائب، حيث يتخذ موقعاً معيناً فى صورة شريط على الچيل، يمكن أن يُقطع، وقد يكرر التفريد مرة أخرى لضمان النقاء.

جولة مع التطبيقات المتنوعة
للاستفادة من تفاعل PCR

أولاً: بعض التطبيقات للاستفادة من تفاعل PCR فى الكشف عن القابلية للإصابة بالأمراض المختلفة، وتشمل:

١ ـ الاستفادة من التفاعل PCR فى كشف الطفرات بالجينات {Oncogenes} وتتضمن أربعة تطبيقات هى:

التطبيق الأول:

فى التحقق من وفاة نائب الرئيس نيكسون متأثراً بسرطان المثانة (بعد وفاته بسنوات عديدة!!):

كانت هناك قائمة طويلة بأمراض عديدة مُحيرة تحول أدوات الطبيب والإمكانات المتاحة لديه دون تمكنه الدقيق من تشخيص المرض وعلاجه على الوجه الأكمل والمطلوب ولم يعد مجرد شكوى المريض فى مكان محدد ووسائل التحاليل المعهودة أو أخذ عينات من الأنسجة لفحصها تحت الميكروسكوب وعمل الأشعة؛ بكاف لتشخيص المرض فى بدايته وعلاجه والقضاء على المرض وما يسببه من معاناة للمريض وكثيراً ما أدى ذلك لتأخر حالة المريض ووقوعه تحت براثن مضاعفات المرض بل والوفاة متأثراً بذلك .

ولنذكر لكم هنا واقعة شهيرة حدثت فى سنة ١٩٦٧م بالولايات المتحدة الأمريكية.. وقتها كان للرئيس الأمريكى نيكسون نائب هو {هيوبرت H همفرى} وكان هذا النائب قد لاحظ نزول دم مع البول وبعمل الفحوص المتاحة وقتها وأخذ آراء الأطباء لم يتمكن الطب من تشخيص الحالة وظل هذا النائب يعانى حتى عام ١٩٧٦ حيث تقدمت الفحوص الطبية وظهرت مضاعفات مرضية عديدة لنائب الرئيس وتمكن الباحثون من تشخيص الحالة بأنه مصاب بسرطان المثانة أى تأخر

التشخيص ٩ سنوات ورغم أنواع العلاج التى تلقاها (هيوبرت H همفرى) لكنه توفى متأثراً بالسرطان .

وبعد وفاته بـ ٢٧ عامًا وابتكار طرق واختبارات جزيئية جديدة منها اختبار PCR تم استئذان زوجة النائب وأخذ عينة بول كان مُحتفظًا بها منذ عام ١٩٦٧ ومقاطع سرطان مثانة همفرى منذ ١٩٧٦م. كان محتفظًا بها أيضاً وإجراء التحاليل بطرق حديثة أوضحت وجود طفرة فى الچين {P_{53}} فى المادة الوراثية الخاصة بالنائب ومن عينة البول المأخوذة منذ سنة ١٩٦٧م مما يدل على إصابة النائب بالورم منذ ذلك الوقت.

وهكذا أدى عدم التشخيص المبكر للورم إلى أن يعانى الرجل ٩ سنوات حتى ظهرت عليه أعراض الورم وتأخر العلاج وتدهورت حالته الصحية ثم الوفاة.كان المثال السابق موضحًا لمأساة آلاف الحالات التى تؤكد مدى دور التقدم السريع الذى حدث فى مجالات البيوتكنولوچيا والاستفادة من الأدوات والأجهزة التكنولوچية الحديثة وفروع للعلوم الأخرى.

لقد أدى ازدياد قدرة الباحثين على فهم أسرار المادة الوراثية وتحكمهم فيها. وتحاليل الدنا الوراثى يمكن استخدامها الآن فى مجال الكشف عن أورام سرطانية بعينها عن طريق أخذ عينات من الرئة أو البول أو البراز أو الدم ... إلخ تحوى خلايا مشكوكًا فيها لتحليلها حيث يمكن أن تكتشف مجموعات صغيرة جداً من الخلايا الطافرة المنفصلة من عضو حديث التسرطن.. وهذه العينة يمكن أخذها من بول المريض أو القشع أو حتى السوائل المُفرزة من حلمات الثدى... إلخ ... والحمض النووى بالعينة هو عبارة عن سلم حلزونى مزدوج يتم تكبيره باختبار PCR ثم يُفرق الشريطان المعروفان لحلزون الدنا الوراثى من منتصفه Hybridization، ثم يُعرَّضان لمجسات أو مسابير وراثية Genetic Probes.

{سبق الحديث عنها} وهى مؤلفة من شريط واحد من الدنا يحوى طفرة معينة، وهذه الطفرة هى التى توجد عادة على المادة الوراثية بالخلية السرطانية المتسببة فى حدوث الورم. ومن منطلق أنه إذا كان لدينا دنا وراثى موجود فى العينة المأخوذة من

المريض يحوى الطفـرة نفسها وكـانت هذه الطفرة هى نفس الطفرة الچينـية الموجودة على الدنا الوراثى المفرد بالمجس الوراثى فستجد أن شريط الدنا الطافر بالعينة سيتحد مع المجس ويعـود الشـريطان المهـجنان من الحـمـض النووى ليتكاملا مـعـاً، وتتغلق السوستـة ويصبح دنا حلزونيًا مزدوجًا لكـن هجين والذى يمكن وسمه بصبغـة تألقية (فلورستنية Fluorescent dye) أو أى مادة مشعة radioactive وعند إعطاء تحليل إيجابى بالصبغة دل ذلك على وجـود الچين المتسبب فى الطفرة وبإعطاء تحليل سلبى بالصبغة دل على عدم وجوده.

التطبيق الثانى:

(ب) مع الچين «راس»:

ومن هذه الچينات نذكر الچين [راس ras]، ومن المعروف أن الطفرات فى هذا الچين تحدث فى الكثيـر من أنواع السرطانات البشرية ولقد بينت الفـحوص السريعة المستخدمـة لتفاعل الـ PCR والتى تم فيها أخذ عـينات حمض نووى لخلايا سرطانية مأخوذة من مرضـى السرطان اللمفاوى الخبيث؛ إن الصـور المختلفة من المرضى تنتج عن طفرات مختلفة فى چين [راس]. والجدير بالذكر أنه قـد استخدمت طريقة المسبر كأداة تشـخيـصيـة جزيئية للكشف عن هذا الچين الطافـر من خلال المثـقـب المصنّع خصيصاً له وكذلك الچين الطافر P_{53}.

التطبيق الثالث:

ومنها أيضاً مرض الليمفوما الحويصلية Follicularlyphoma:

الذى ينشـأ عن انتقـال يحدث مـا بين الكروموزومين ١٤، ١٨ فى الإنـسان، إذ يرحل جزء مـحدد من الموقع الدناوى (أ) المشفّـر للسلسلة الثقيلة لجلوبيـولين المناعة Grmmunoglobulin على الكرومـوزوم ١٤، إلى مـوقع (ب) چين سـرطنة الثـدى BCL_2 على الكرومـوزوم ١٨ من الممكن تصـمـيم طليـعـتين واحـدة للطرف ٣َ من الموقع (أ) والأخرى للطرف (٥َ) من الموقع ب. فإذا مـا عُرِّض الدنا للتفاعل (PCR) فإنه يضاعف مقطعاً دناوياً (طوله ٣٠٠ زق) إذا كان هناك بالفـعل انتقال، ليشير ذلك إلى وجود المرض، وإلا التحم المقطعان كلٌ بمنـطقته المكملة على الكروموزوم ١٨ أو ١٤، ولم يظهر هذا المقطع القصير، أيضاً فى أمراض سرطان القولون، الثدى.

التطبيق الرابع

الكشف عن الجين P_{53}

فى عام ١٩٩٣م تمكَّن فريق بحثى من جونز هوبكنز من عمل مجس چينى للچين P_{53}، وهذا الچين من مجموعة الچينات الهامة التى تسمى مثبطات الورم، وعند وجود خلايا سرطانية شاذة بالجسم فإن هذا الچين يعطى لها الأمر بأن تفرمل [أى تتوقف عن الانقسام العشوائى الشاذ بل ويأمرها بأن تنتحر Apoptosis .. لكن عند حدوث طفرة فى الچين نجد أنه لن تحدث هذه الفرملة التى تمنع الخلايا السرطانية من الانقسام العشوائى .. فتستمر مأساة هذه الخلايا فى الانقسام العشوائى ليتكون الورم السرطانى.

وبعد تمكُّن الباحثين من اكتشاف الطفرة التى تحدث فى الچين P_{53} وعمل المجس الوراثى اللازم والاستعانة بتفاعل PCR ويتم استخدامها مع المرضى الذين سبق استئصال أورام سرطانية فى المستقبل حيث يتم فحص الخلايا والغدد الليمفاوية التى كانت محيطة بالأورام المستئصلة للبحث عن الچين P_{53} بها. وبمتابعة هؤلاء المرضى تبين أن الذين عاد لهم الورم مرة أخرى هم الذين كان فحص الچين P_{53} بعد اختبارهم [إيجابى] وأن الورم عاد فى نفس الأماكن التى تم أخذ العينات منها. بينما الأشخاص الذين كان لديهم هذا الفحص [سلبياً] لم يعد إليهم الورم مرة أخرى.

والعلاج الكيماوى الذى يتلقاه هؤلاء المرضى بعد إزالة الورم .. الهدف منه تدمير نواة الخلية السرطانية... وطالما أن الچين P_{53} تالف ولا يعمل إذن لا طائل من العلاج الكيميائى لأن الچين تالف ولن يوقظ أو ينتهى ليأمر أى خلايا سرطانية بالانتحار ... لذا يجب إجراء الاختبار الوراثى للتأكد من وجود الچين P_{53}.

وتجدر بنا الإشارة إلى أن هناك أنواعًا أخرى من الاختبارات لا تعتمد على المجسِّ الوراثى فى الكشف عن الأورام السرطانية، ولا تعتمد على فحص الچين P_{53}، ومن هذه الاختبارات نذكر:

١. **اختبار PSA:** ظهر هذا الاختبار فى أواخر الثمانينات وتم استعماله لقدرته

على التحذير من الإصابة بسرطان البروستاتا، وهو ما لم يكُنْ بالاستطاعة اكتشافه من قبل، ويتم فى هذا الاختبار قياس كمية البروتين المسمى (Phostate Specific Antigen) بمعنى المستضد البروستاتى النوعى {P. S. A} وهو يفيد فى الكشف عن أى ورم بالبروستاتا فى بدايته بالرجال قبل ظهور أعراض أخرى بخمس سنوات أو أكثر.

ويُقدر أن أكثر من ٤٠ ألف رجل ماتوا بسبب سرطان البروستاتا سنة ١٩٩٦م فى الولايات المتحدة الأمريكية.

٢ـ تطبيقات متنوعة للاستفادة من تفاعل الـ "PCR" فى الكشف عن الأمراض المرتبطة بالجنس فى الأجنة، ولبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة:

(أ) هناك أمراض مرتبطة بالجنس متنحية ، تقع چيناتها على الكروموسومX، وتظهر فى الذكور فقط فى الچينوم يحملها تتجنب النسوة (ذوات التركيب الخليط للچين أن يحملن ذكراً إذا قررن أن يتم الإخصاب خارج الرحم ليُنقل الجنين إلى أرحامهن. من الممكن هنا أن تُؤخذ خلية واحدة لا أكثر من كل جنين يتم إنتاجه فى المعمل (عندما يكون عدد خلايا الجنين عشرة). تفحص الخلية بالتفاعل المتسلسل لوجود بعض من تتابع يسمى "DYZ_1". هذا التتابع لا يوجد إلا على الكروموسوم {Y} وطوله {٣٥٠٠ زق} ومنه على هذا الكروموسوم نحو ٥٠٠٠ نسخة، يستعمل التفاعل المتسلسل فى تكثير مقطع منه طوله ١٤٩ زقًا لا يظهر بالطبع إذا كان الجنين أنثى.

(ب) أمثلة للأمراض المتنحية المرتبطة بالكروموسوم (س) والكشف عنها:

من بين الأمراض المشفَّرة على كروموسوم س مرض حَثَل دوتشين العضلى ؛ ومرض نقص الأورنيثين ترانسكاربامىليز ، ومرض نقص العامل ٨، العامل ٩، ومتلازمة ليش نيهان، متلازمة س الهش.

وأمكن للباحثين باستخدام طرق الدنا المطعم التغلب على مشكلة الطفرات المتغيرة لحثل دوتشين العضلى، ومتلازمة ليش ـ نيهان ـ ونقص الأورنيثين ترانسكا رباميليز. وتمكّنوا باستخدامهم تفاعل PCR من كشف فعال للطفرات به إمكانية للأتمتة .

المثال الأول:

مع جين حثل دوتشين:

حيث يتم فحص العينات بحثاً عن الاقتضابات فى هذا الجين عن طريق تفاعل PCR مضاعف يكشف ٨١٪ من الاقتضابات بهذا الجين (٤٦٪ من كل الطفرات). ولا يستغرق إجراء هذا التفاعل سوى بضع ساعات والتحليل السابق عليه كان يتطلب إجراؤه بضعة أيام.

المثال الثانى:

البحث فى جين "HPRT" الذى يسبب متلازمة ليش ـ نيهان:

يماثل ما سبق ولكن التقدير لا يوفر التشخيص إلا لـ ١٥٪ من الطفرات.

المثال الثالث:

النقص فى إنزيم ترانسكار باميليز (أ ت ك):

يستخدم تفاعل PCR فى توليد دنا وحيد الجديلة من عينات طبيعية ومن أخرى من المرضى. فإذا ما هُجِّن نوعا الجدائل، فستجد أن مواقع اللاتوافق (الطفرات) بين الجديلتين تكون عرضة للانشقاق الكيماوى، فى حين لا يظهر مثل هذا الانشقاق عند تهجين جديلتين من جين (أ ت ك الطبيعى). وبهذه الطريقة يمكن معرفة ما إذا كان أعضاء العائلة يحملون الطفرة أم لا، بعدما يكون قد أمكن تحديد هوية الطفرة فى المريض الأصلى (الحالة المرجع).

وللعلم عزيزى القارئ، فإن (الحالة المرجع) نعنى بها أول حالة من المرض تُكشف فى عائلة معينة، وتشير إلى احتمال أن يحمل الجين المعيب آخرون من العائلة أو من النسل القادم.

أيضاً لبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة فى مراحل العمر المختلفة، مثل أمراض الزهايمر، وأمراض القلب، وتصلب الشرايين، وغير ذلك مما تبين أن لها علاقة وثيقة بحدوث طفرات فى چينات معينة، وبدونها [أى هذه الطفرات] لم تكن تحدث هذه الأمراض، ورغم مدى أهمية هذه الفحوص وآثارها الجانبية إلا أن هناك وجهًا سلبيًا لهذه الفحوصات وسبق لنا مناقشته فى كتابنا الأول وهو ما يخشاه

الأطباء من أن يؤدى الإعلان عن الفحوص الخاصة بالأشخاص إلى حدوث تفرقة فى المعاملة، فعلى الفرض أننا وجدنا چينات بالشخص يمكن أن تؤدى إلى إصابته بالسمنة بنسبة ٦٠٪، أو الإصابة بأمراض القلب بنسبة ٥٥٪، فهل نعتبر هذا الشخص مريضاً، أم نعتبره سليماً ونعامله على هذا الأساس؟ وهل ستعامله شركات التأمين على أن عنده حالة مرضية سابقة وبالتالى تزداد وترفع من مطالبها المالية ومبالغ التأمين من قِبَل هؤلاء الأشخاص؟!!

ومن خلال نتائج الأبحاث التى توصل إليها الباحثون يُذكر أن الأمراض التى لها علاقة بالچينات، ٣٪ منها فقط هى التى تسببها طفرة فى چين واحد، ومعظمها ليست قاتلة، ولكى تحدث وتظهر هذه الأمراض فإنها تعتمد على حدوث طفرة فى أكثر من عدد من الچينات مع وجود ظروف بيئية ونفسية وعضوية معينة بل ويتدخل الغذاء أيضاً وفترة التعرض لهذه العوامل المختلفة، وهناك أمراض لا تظهر إلا مع كِبَر السن. وقد يتوفى الشخص قبل ظهور أعراض المرض عليه!!، ولعل الكثير منا لا يعلم أن كلاً منا من الذين يعتبرون أنفسهم من الأصحاء تماماً، يوجد لدينا ما يقرب من أكثر من عشرة (١٠) چينات معيبة يمكن أن تسبب لنا أمراضًا إذا توافرت لها ظروف بيئية مناسبة تدعم ظهور المرض لدينا.

المثال الرابع: تفاعل الـ "PCR" والاستفادة منه فى إجراء تحليل للارتباط بين چينين:

ويكون ذلك باستعمال حيوانات منوية؛ تحدث أثناء عملية الانقسام الميوزى أن تتبادل الكروموسومات بعض المقاطع فيما يسمى «العبور» Crossing over فتخرج كرموزومات مؤشبة تتوقف نسبتها على البعد بين الچينين. فإذا أخذنا عدداً كبيراً من الحيوانات المنوية من شخص خليط فى كل من موقعين، وعرضنا دناها واحداً واحداً لتفاعل "PCR" يستعمل فيه فى نفس الوقت طليعتين لكل چين، ثم اختبرت النتائج من كل واحد من الحيوانات المنوية بمسابر للأليلات الأربعة، أمكننا أن نعرف نسبة التأشيب ونحدد المسافة بين الچينين.

٣- تطبيقات توضح الاستفادة من البصمة الجينية وتفاعل الـ PCR في تشخيص الأمراض المعدية:

تمهيد:

حيث يُستفاد مما تم التوصل إليه عن خصائص الحمض النووي وأنه بصمة لا تتكرر من شخص إلى آخر إلا في حالة التوأم السيامي مثل حسام حسن وإبراهيم حسن نتيجة طبيعة تسلسل الحمض النووي الفريدة والمختلفة من كائن لآخر، وذلك في الكشف عن الحمض النووي للميكروب المسبب للأمراض المعدية.. سواء كان بكتريا أو فيروسًا أو طفيلاً أو فطرًا، ونجد هنا أن العلماء استطاعوا من خلال معرفتهم بالتركيب الچيني للحمض النووي للميكروب من صنع مجس {Probe} يحتوي على جزيئات غير كاملة من الحمض النووي للميكروب المراد البحث عنه، أو تشخيصه، سواء كان (DNA) أو (RNA) بحيث إذا تلامس هذا المجس مع عينة الدم المراد فحصها والتي في حالة احتوائها (منذ البداية على الفيروس) فإن الحامض النووي الفيروسي الموجود في خلايا الدم سوف يكمل جزيئات الحامض النووي الموجود على المجس Probe (وذلك بالطبع بعد تكبيره وتضخيمه)، حيث يأخذ الباحث عينة من الدم للشخص المريض وهذه العينة تحتوي على كمية ضئيلة من الحامض النووي، والتي قد تصل لنقطة دم في سن إبرة - حيث يجرون عملية تكبير ونسخ لهذا التسلسل من الحامض النووي الذي تحتويه وهي تسمى عملية amplification، من خلال تكتيك {PCR} ويستمر النسخ ليصل عدد الأجيال المنتجة إلى ثلاثين جيلاً من الحامض النووي ويُقدَّر بها الدنا المُستنسخ بأنه أكثر من مليار مرة (عما بدىء في أول التفاعل) وكل ذلك خلال ثلاث ساعات.

(١) مثال:

تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجرثومة المؤذية:

أعلن الباحثون في ولاية كاليفورنيا الأمريكية منذ وقت قريب عن تطوير فحص معملي جديد يقصر الوقت اللازم للكشف عن سلالة بكتيريا السالمونيلا التي تعتبر

مصـدراً شائعاً للتسمم الغذائي والتي توجـد أساساً في البيض ، وقال الباحثون إن جهاز الفحص الجديد لا يسهل الكشف عن السالمونيلا فقط وإنما قد يساعد أيضاً في حال وافقت عليه إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية، في الوقاية من المرض بتعريف مصادره، موضحين أن سلالة السالمونيلا المرتبطة بالتسمم الغذائي التي تُعرف باسمها العلمي «سالمونيلا أنتريتيديس» تصيب الجهاز الهضمي وتسبب القيء والإسهال والحمى، وقد استطاع علماء كاليفورنيا تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجرثومة المؤذية، وهي عبارة عن سلسلة فريدة من الحمض النووي موجودة في سلالة (سالمونيلا أنتريتيديس» فقط والفحص الجديد يمكنه الكشف عن البكتيريا في ساعات قليلة، ويمكن استعمال هذا الفحص في المجازر والمزارع لمنع انتشار وباء المرض حيث يمكنه التحقق من سلامة الماء والطعام المخصص للدواجن.

ولقد سبق وذكرنا في بداية الفصل أهمية هذا التفاعل في الكشف عن الفيروسات الكبدية وفيروس الإيدز... إلخ

(٢) مثال:

عمل لقاحات جينية من المادة الوراثية للميكروب أو الطفيل:

فمن خلال معرفتنا بالبصمة الوراثية للميكروب واستخدام تقنية PCR يمكن عمل لقاحات وأمصال تحتوي على نفس تسلسل من الدنا الوراثي للجزيء المعدي للفيروس أو البكتيريا أو الطفيل والحقن بها. والجزء الذي يشعر به الجهاز المناعي للإنسان ويتحفز ضده يسمى «أنتجين» ونتمكن من خلالها بمنع الأمراض المعدية مثل الملاريا والإيدز والالتهاب الكبدي الوبائي وبالتالي بالجسم بدلاً من حقن الإنسان بالميكروب المسبِّب للمرض سواء مُضعف أو ميت أو أجزاء منه حيث كان هناك خوف من خطر حدوث مضاعفات التطعيم، وسيؤهل اللقاح الجيني الجديد جهاز المناعة لمهاجمة الميكروب المعدي لأنها تحفز جهاز المناعة لإنتاج خلايا (B)، (T) القاتلة والمساعدة وإنتاج الأجسام المضادة وهذه الأجسام المناعية لديها القدرة على التصدي لكل أنواع الأمراض والأورام السرطانية وأشهرها التطعيم ضد فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي.

٤ ـ تطبيقات متنوعة للاستفادة من البصمة الوراثية وتفاعل (PCR) فـــى مجالى النبات والحيوان:

(أ) فى تصنيف وتعريف النباتات المُجهلة:

ومثـال لها كـما فى بعض أنواع النخـيل حيث اسـتخـدم «صفر وآخـرون» منه البصمات الوراثية فى تعـريف أصناف النخيل المصرى وأفادت فى تعريف ٥ أصناف نخيل مختلفة هى : السمانى ـ السيوى ـ الأمهات ـ الحيانى ـ الزغلول. ويبرز هنا دور عالمنا المصرى د. (صقـر) مع زملائه فى تعـريف صنف النخيل وجنسـه بعدمـا كان يستـحيل ذلك قـبل الإثمار، أيضاً يمكن الاسـتفـادة من هذا التكنيك فى الكشف عن التغيـرات الوراثية فى النباتات الناتجة من مـزارع الأنسجة والهندسة الوراثيـة والتأكد من مطابقتها للأمهات Quality Control Test، وفى تعريف الجنس كما فى النخيل والباباظ والإسبرجس، أيضـاً يُستفاد به فى فحص البذور والنباتات المسـتوردة للتأكد من خلوها من الأمراض (الحجر الصحى).

(ب) فى تحديد أصل المواد النبـاتية ومنها النبـاتات المخدرة Determination of the Drug Origin.

(ج) أيضاً يُستفـاد من البصـمة الوراثيـة فى تحديد سـلالات الحيوانات ومـنها الخيول التى لها تاريخ عريق لحفظ الحيوانات النادرة فى العالم.

(د) يُسـتـخـدم PCR لمقارنة الدنا الوراثى لـلحيوانات المنقـرضة بالدنا الوراثى لحيوانات حية الآن، وهى تنتمى لنفس الفصيلة الحيوانية.

ثالثـاً: الاسـتـفـادة من تفـاعل الـ PCR فى إكـثـار البـصـمـة الوراثيـة DNA Fingerprinting المستخدمة فى الطب الشرعى والجرائم:

عندما ظهـرت هذه التكنولوجيا المحسَّنة للوجود كـوسيلة قوية لتـكبير وإكـثار الدنا خارج الجسم الحى، امتدحـها كثير من الباحثين باعتـبارها ستمكنهم من تصنيف الدنا الوراثى؛ بعدمـا توصلوا لتلك المعلومات القيمـة عن التفرد فى البصـمة الوراثية والذى يميز كل إنسـان عن الآخر والموجود على الحـامض النووى وبالتالى معرفـتهم بصورة أكثر دقة عما سبـق عن مدى التقارب بين الآباء والأمهات وأبنائهم (وإمكانية

التحقق من ذلك بصدق كبير)، والتقائهم فى مواضع معينة على الشريط الوراثى (للأبناء)، بحيث يصبح بالإمكان التأكيد أو نفى ما إذا كان هذا الابن من ذلك الأب أم لا، فيتم إثبات البنوة فى الطب الشرعى.

بل وكشف القاتل فى الجرائم المختلفة، وإدانة المغتصب بتحليل الحامض النووى للسائل المنوى الموجود فى مهبل المرأة التى تم اغتصابها، ومقارنته بالحامض النووى الموجود فى دم الشخص المتهم بالاغتصاب، أو المشتبه فيه فيتم إثبات أو نفى تهمة الاغتصاب وإصدار الحكم عليه. ومعرفة القاتل فى جرائم القتل المختلفة.

وتأتى حسن الاستفادة من تفاعل الـ PCR :

هنا عن طريق إتاحة الإمكانية لاستخدام عينات وكميات صغيرة جداً مثل نقطة دم فى سن إبرة، أو ظفر أو قطعة من جلد المجنى عليه أو الجانى (من موقع الحادث)، أو نقطة جافة من السائل المنوى، أو بصقة منديل، أو حتى شعرة، أو غير ذلك من الأدلة التى يمكن أن تكون جفَّت بعد حدوث الجريمة بوقت طويل.

ثم استخدام تفاعل الـ "PCR" لتكبير وإكثار المادة الوراثية [بهذه العينة] ملايين المرات، وبعد الحصول على هذا القدر الوافر من المادة الوراثية [للعينة] يتم تقطيع هذه المادة الوراثية إلى أجزاء صغيرة باستخدام إنزيمات القطع والتحديد، والتى تُقطع عند مواضع معينة تسمى أماكن الانقسام، وبقطع الشريط الوراثى يصبح لدينا رفليبات كثيرة، وبما أن هذه الرفليبات كما سبق وذكرنا تختلف من شخص إلى آخر من حيث طول القطع الرفليبية، وعدد تكرار وحدات بناء الحامض النووى فى كل منها، فإنه يمكن بعد ذلك، من خلال استخدام الباحث لمجس يحمل تركيب وتكوين هذه القطع من الحامض النووى الذى تم تقطيعه، أن يقارنه بحمض نووى آخر يريد مقارنته به [من خلال تكنيك خاص].

الفصل الثانى

«تطبيقات متنوعة للاستفادة من الحمض النووى الميتوكوندورى والتكنولوجيا المتطورة المرتكزة على الدنا فى أواخر القرن العشرين وأوائل القرن الحادى والعشرين»

مقدمة الفصل:

سبق وألقينا الضوء على بعض أوجه الاستفادة التى حققها الباحثون من الدنا الوراثى داخل نواة الخلية وذلك فى البصمات الوراثية وفى عمل استراتيجيات طبية متطورة... وبهذا الفصل سنكتشف أن للمادة الوراثية الموجودة خارج النواة... دوراً هاماً أيضاً لا يقل عن الأولى، وتمكن الباحثون أيضاً من الاستفادة منه فى مجالات هامة عديدة مثل تتبع الأصول الوراثية للأفراد والكشف عن الضحايا.

أيضاً ستكون لنا جولات أخرى بإذن الله مع بعض الأمثلة التى تبرز حسن الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة التى تم التوصل إليها فى نهاية القرن العشرين ونهاية القرن الحادى والعشرين فى مجالات متعددة مثل الفحوص والاختبارات الوراثية وفى الجريمة...

ومع الجولة الأولى نبدأ اللقاء ... «المثمر»... فمعنا

الجولة الأولى

الاستعانة بالحمض النووى الموجود بالميتوكوندريا

[جزىء المادة الوراثية السبحية]

تمهيد:

الميتوكوندريات أو السبحيات هى عصيات تسبح فى سيتوبلازم الخلية وقد يحمل سيتوبلازم الخلية الواحدة من خلايانا الآلاف من هذه الميتوكوندريات وهى المسئولة عن إنتاج الطاقة بالخلية وبدونها تموت الخلية فى لحظة. والسبحى حلقة من الدنا تحمل ٣٧ جيناً، ويبلغ طول السبحة الواحدة ١٦٥٦٩ قاعدة. والحمض النووى الميتوكوندري لا يورث إلا عن طريق الأم فقط.. نظراً لتواجده فى سيتوبلازم بويضة الأم بينما لا يأتى من الحيوان المنوى للأب... الذى لا يشارك فى تكوين الجنين سوى بمادته الوراثية فقط... [وقد يأتى يوم فى ضوء تطبيق تقنية الاستنساخ التوالدى الذى لا يشارك فيه الأب حتى بمادته الوراثية مثلما حدث مع النعجة دوللى وغيرها؟!!].

والقواعد الكيميائية للمادة الوراثية للميتوكوندريا يحدث لها الكثير من الطفرات الجيدة الخفية. وهذا التراكم البطىء للطفرات الحميدة داخل السلالات البشرية المنعزلة يعنى تباين الميتوكوندريات بين السلالات مع الزمن مما يساعد على استخدام الحمض النووى للميتوكوندريا كساعة جزيئية سريعة تدلنا على الوقائع التطورية فى العشائر البشرية.

ولقد تم الاستعانة بهذا الحمض النووى الميتوكوندرى فى حالات عديدة منها:

١- فى تتبع الأصول الوراثية.

٢- فى الكشف عن الضحية ومضاهاة بصمة الضحية بأقاربها وغيرهم.

وسنبدأ بعرض التطبيقات المتعلقة بما سبق.

وفيما يلى نعرض أمثلة تطبيقية مختلفة من استخدامات الحمض النووى الميتوكوندرى... فمعنا...

أولاً ـ تطبيقات متنوعة للاستفادة من الحمض النووى الميتوكوندرى فى تتبع أصول السلالات:

التطبيق الأول:

لتتبع الأصول الوراثية للأفراد مثل عائلة رومانوف [آخر قياصرة روسيا]:

هذه العائلة الشهيرة التى قضت عليها الثورة البلشفية فى روسيا وكان هناك شكوك للتأكد من هوية جثث أبناء هذه العائلة التى تم العثور عليها فى يوليو ١٩٩١م ومن خلال تعاون علمى بين إنجلترا وروسيا فى سنة ١٩٩٢م تم تحليل الدنا الميتوكوندرى فى خلايا العظام الخاصة بهذه الجثث وتم التأكد من أن ٧ من الـ ٩ جثث تم العثور عليها فى [إيكاتيرنبرج] فى روسيا هم من عائلة رومانوف وهم: القيصر نيكولاس الثانى، القيصرة [إلكساندرا] وأبناؤهما الخمسة [أولجاف، تاتيان وماريا وأنستازيا، ألكسى] الذين لم يتمكنوا من الهرب ليلة ١٦ يوليو سنة ١٩١٨م وتم إعدامهم من قِبَل أعضاء الثورة البلشفية وحدد مكانها.

التطبيق الثانى:

تتبع أصول الإنسان الحديث عن طريق الأم:

ومثال على ذلك مواطن عادى بريطانى يسمى «أدريان ثارجت» أصبح من المشاهير: حيث طالعتنا الصحف فى ٨/ ٣/ ١٩٩٧م عن أنه تم العثور على بقايا آدمية هى سن وعظم فى كهف يرجع تاريخها إلى ٨٠٠٠ عام مضت وباستخدام طرق التحليل الحديثة بتقنيات الهندسة الوراثية والتى تعتمد على الاستفادة من المادة الوراثية الموجودة بالميتوكوندريا والتى لا يرثها الأبناء إلا عن طريق الأم فقط، وهكذا تنتقل من جيل لجيل عن طريق الأم فقط.. وبذا أمكن للباحثين من خلال طريقتهم المبتكرة فى الفحص تتبع المادة الوراثية بالميتوكوندريا فى البقايا الآدمية بالكهف ليصلوا إلى الحفيد الحالى وهو ـ أدريان ثارجت!!

التطبيق الثالث:

الاعتقاد بأن إفريقيا هى أول قارة سكنها البشر باستخدام الحمض النووى الميتوكوندرى:

تُرى أى قارات العالم عاش فيها البشر أطول الفترات؟!! هذا السؤال يمثل لغزاً يثير حماس الكثير من الباحثين لمحاولة فكه واكتشاف أسراره... وفى ظل التقدم العلمى الذى نعيشه عكف مجموعة من الباحثين الأمريكيين فى بيركلى بجامعة كاليفورنيا وهم (آلان ويلسون، ومارك ستونكيج، ربيكا كان) على جمع المادة السبحية (الحمض النووى الميتوكوندرى) من ١٣٥ امرأة من مناطق مختلفة من العالم: من أوروبا، وآسيا ومن غينيا الجديدة ومن أهالى أستراليا الأصليين، وتبين لهم بدراستها أن بعض الميتوكوندريا المأخوذة من الإفريقيات تختلف كثيراً عن غيرها حيث تحتوى على قدر كبير من التباين، وهذا يعنى أن البشر عاشوا فى إفريقيا فترة أطول، أما التباين الأقل فى العشائر غير الإفريقية يعنى أنها قد نشأت عن جماعات قليلة العدد نسبياً هجرت إفريقيا منذ فترة ليست بالبعيدة، ثم انتشرت بسرعة حول العالم - [وحسب تصورى واجتهادى أرى طالما أن الكعبة هى أول بيت وُضع للناس إذن فالبداية للمعيشة على الأرض كانت فى هذا المكان فى الأراضى حول الكعبة بالسعودية واليمن والأردن... ثم بدأت الدائرة تتسع مع زيادة أعداد البشر... وبعد الطوفان واستقرار سفينة نوح على جبل الجودى فى تركيا بدأت حياة جديدة للبشر تنتشر من هذا المكان لقارات العالم كلها.

ويُذكر أن الباحثين قد لجئوا للكمبيوتر للوصول لتصورهم ورسم أفضل شجرة تربط الـ ١٣٥ امرأة وتوصلوا إلى فرع متميز جداً منفصل لا يحمل إلا نساء كلهن إفريقيات، وينشأ من أعمق جزء فى الشجرة. وقال الباحثون أن امرأة تحمل سبحة من المادة الوراثية بذاتها هى أصل كل سبحيات (ميتوكوندريات البشر اليوم) وأنها كانت تعيش فى مكان ما بإفريقيا منذ نحو ١٤٠ ألف عام... [وفى اعتقادى أن الباحثين قد ربطوا بين الجينات والمكان ... أو ليس من الممكن أن تكون أصل هذه النسوة

الإفريقيات هى سيدة لم تبدأ معيشتها فى إفريقيا وإنما فى الجزيرة العربية... الأيام بيننا!!].

التطبيق الرابع:

الكشف عن الأقارب والأسلاف عبر الزمن:

فمن المعروف أن الدنا الميتوكوندرى الموجود بالميتوكوندريا لا يوجد فى النواة ولكن فى السيتوبلازم حيث للأبناء من خلال الأم فقط، إذن الدنا الميتوكوندرى غير مختلط مع دنا آخر فقط من الأم للأبناء وهكذا؛ [إلا إذا حدثت طفرة]. ويخبرنا أحد الباحثين [مارتن ريتشارد] بأن الأجداد الأمريكيين القدماء كانوا ينقسمون إلى ٣ موجات أساسية ومعظم الأوروبيين يتحدرون من أم وجدَّات يرجع أصلهم إلى الصيادين القدماء منذ حوالى ١١٠٠٠ ـ ١١٤٠٠٠ سنة.

التطبيق الخامس:

استخدام الحمض النووى الميتوكوندرى فى التمييز العرقى بين البشر:

ربما كانت خطورة نتائج مشروع الجينوم هى سوء استخدام المعلومات التى ستنتج عنه. فالمؤكد أنه ستوجد فروق جينية بين الشعوب المختلفة وسيجد السياسيون فى ذلك ما قد يستخدمونه فى ادعاء فروق عرقية وراثية لا سبيل إلى التخلص منها بين الشعوب، لا سيما بين شعوب العالم الثالث وبين غيرها. [يوجينيات بشكل جديد].

ولقد اكتشف الباحثون منذ فترة صورة من جين لا توجد فى الشعوب (السوداء)، وإنما فقط فى الشعوب غير السوداء. الصورة الموجودة فى القوقازيين تجعل حاملها «ذكياً». أما الصورة الموجودة فى السود فتجعل جسم الفرد «قوياً». وهذا الجين يورث فقط عن طريق الأم، لأنه موجود على السُّبَيحيَّات (الميتوكوندريا) الموجودة فى سيتوبلازم البويضة وبذا تنتقل إلى النسل ذكوراً وإناثًا عن طريق الأم فقط. والتعليق على ذلك أنه لو كان هذا الزعم صحيحاً، فإن الرجل «الذكى» لا يورث «ذكاءه» إلى أبنائه.. لأن ذكاءه المتسبب فيه هذا الجين (الميتوكوندرورى) قد أتى له عن طريق الأم فقط... إن مثل هذا الكلام ظهر بالفعل فى كتب كتبها علماء

كبار، وتدعو إلى «اليوچينيا» والتى تعنى تحسين الإنسان وراثياً وتنتهى إلى أنه لا أمل فى تقدم مثل هذه الشعوب التى حرمها الله من نعمة هذا الجين!!؟

ويذكر «د. مستجير» أن هذا الكلام يوافق مزاج بعض الساسة فى الغرب، يبررون به طريقة معاملتهم لشعوب العالم الثالث. ويضيف «د. مستجير» أن ما ذُكر فى تلك الكتب أكد أن «متوسط» معامل ذكاء كل شعب من الشعوب العربية يقل عن ٩٠، والرقم ٩٠ هو الحد الذى تحته لا يمكن لدولة أن تتقدم!!

ثانياً: فى الكشف عن الضحايا ومضاهاة البصمة بأقاربهم وغيرهم:

ومن بين المتخصصين فى الاستفادة من الحمض الميتوكوندرى فى الكشف عن الجرائم؛ نذكر د. «ميشيل» وفيها يتم الكشف عن الحمض الميتوكوندرى فى العظام المتحللة؛ بأخذ عينات دم من الأشخاص وأقاربهم حيث ثبت أن الحمض النووى المأخوذ من الضحية يتطابق فى الجينات مع أقارب الضحية (فى الأحوال العادية).

وتوجد حادثة تمثل تطبيقًا لما سبق:

فمنذ أكثر من ١٠ سنوات أبلغت سيدة المباحث الفيدرالية {FBI} عند سماعها شخصًا يخبر صديقه بالتليفون عن قتله لسيدة ودفنها فى وسط الغابة وحدد مكانها. وتمكنت المباحث من العثور على الهيكل العظمى للسيدة وبفحص الحمض النووى الميتوكوندرى الخاص بها من هيكلها العظمى وعمل مقارنة بينها بالبيانات المخزّنة على الكمبيوتر للأشخاص المفقودين، وبذلك تم التعرف على القتيلة وبالتحرى أمكن معرفة القاتل.

الجولة الثانية

جولة مع: بعض التطبيقات التى تبرز حسن الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة فى أواخر القرن العشرين وبداية القرن الحادى والعشرين فى مجالات متعددة مثل: الجريمة والفحوص الوراثية والكشف عن الميكروبيات

التطبيق الأول:

تمهيد:

نبرز من خلال تطبيقات هذه الجولة؛ كيف أن عجلة التطور العلمى مستمرة ولا تتوقف ولا يحدها حدود.. وهو ما سندركه من خلال مشاهدتنا لما يجرى الآن من إنجازات متلاحقة خاصة بتكنولوجيا التعرف على الجينات الوراثية ... لأننا دائماً ما نجد المعامل فى الدول المتقدمة تقوم بعمليات تغيير أنظمتها وتحديث معداتها والانتهاء من الأعمال القديمة والذى يترتب عليه تلك الإنجازات المبهرة، وستستعرض فى هذه الجولة لنوعين من التطبيقات:

١ـ تطبيقات خاصة بمجال الجريمة.

٢ـ تطبيقات توضح أحدث ما تم فى مجال الفحوص الطبية الوراثية واختبارات الكشف عن الأمراض والميكروبات.

أولاً: التطبيقات الخاصة بمجال الجريمة.. ونلقى الضوء فيها على ديسكات فك الشفرة الخاصة بالجينات البشرية لمحاربة الجريمة:

منذ عام ١٩٩٥م وبريطانيا تمتلك قاعدة معلومات خاصة بالجينات الوراثية، وقد قارنت الجينات الوراثية لحوالى ١٦ ألف متهم بالآثار التى تم العثور عليها فى مسرح الجريمة.

وتُبذل الآن جهود مكثفة على المستوى الدولى لاستخدام شفرة الجينات الوراثية لتحديد المجرمين والتوصل إليهم وبالفعل ساعدت هذه الطريقة فى اعتقال الكثير من المجرمين وتبرئة عشرات الأشخاص.

ويوجد فى الولايات المتحدة الآن حوالى ١٤٠٠ ألف ملف چينات وراثية للمجرمين الذين تم إدانتهم فى محاكم البلد وحتى عام ٢٠٠٢م كانت توجد ١٥ ولاية أمريكية تشترك فى هذا النظام، ووفقاً لتقديرات سابقة لمكتب التحقيقات الفيدرالى توجد حوالى ٤٠٠ ألف عينة من الچينات الوراثية رهن التحليل، كما توجد ٢٠٠ ألف عينة أخرى فى حاجة إلى إعادة تحليل بالوسائل التكنولوچية الحديثة، وكشف مكتب التحقيقات الفيدرالى الأمريكى فى شهر أكتوبر من عام ٢٠٠١م النقاب عن قاعدة المعلومات التى أطلق عليها اسم «نظام فهرس الچينات الوراثية القومى» والذى يُمكّن السلطات من مقارنة ومماثلة آثار مسرح الجريمة بالمشتبه فيهم.

ونجد فى الولايات المتحدة الأمريكية الآن رجال المباحث، وهم يقومون بإرسال عينات مسرح الجريمة مثل خصلات الشعر، واللعاب، الدم.. إلخ إلى معامل الدولة لتحليلها وتستغرق عملية التحليل عدة أسابيع أو وقتاً لحجم العمل فى المعمل.

ونظراً لطول هذه الفترة مقارنة بعصر السرعة الذى نعيشه فلقد قدّم معهد العدالة القومى الأمريكى الدعم المطلوب للمعامل فى جميع أنحاء الولايات لمساعدة العلماء على تطوير ديسكات فى حجم ورقة البنكنوت (جهاز صغير محمول) تقوم بتحليل الچينات الوراثية من عينات الدم أو السائل المنوى أو جزء من الجلد: الذى يتم العثور عليه فى مسرح الجريمة (الدليل) بل وليقوم رجال المباحث (بعد إعدادهم الإعداد الكافى والمناسب) لتحليل هذا الدليل فى مسرح الجريمة باستخدام هذه الديسكات، حيث يقارن الدليل فى الحال أو البصمة الوراثية بتلك المخزونة لديه وبذلك يتجنب التأخير الناجم عن طول الإجراءات والتى لن تكون إلا لصالح المُذنب.

وبالفعل ساعدت المنح الفيدرالية بالفعل شركة نانوچين على تطوير جهاز تحليل الچينات الوراثية والذى يتم اختباره حالياً فى المركز الطبى بدالاس التابع لجامعة تكساس كما تخطط شركة «نانوچين» لإقامة موقعين للاختبارت ويتلخص عمل المعمل فى الحصول على العينات البيولوچية تخلط بمواد كيميائية فى أنبوبة اختبار من

أجل استخلاص الچينات الوراثية ثم تجتاز هذه العينات من الچينات تفاعلاً آخر هو تفاعل التكبير والذى يؤدى إلى إنتاج آلاف النسخ من معلومات الچينات الوراثية قبل وضعها فى فيلم داخل وحدة متحركة ويعمل مثل جهاز كمبيوتر يعمل بالنت ويوجد بالجهاز الوسيلة التى تقوم باستخدام معلومات الچينات الوراثية.

ورغم أنه فى مرحلة التطوير إلا أنه خلال السنوات الأربع القادمة سيكون فى المتناول ذلك النظام المحمول لدسك الشفرة الوراثية وفقاً لتصريحات «بودبروملى» نائب رئيس شركة نانوچين لتسويق جهاز الشفرة الوراثية وتطويره فى سان دييجو وهو جهاز صغير محمول.

وتقُول «ليزا فورمان» نائبة مدير اللجنة القومية لأدلة الچينات الوراثية أن الرؤية المستقبلية لجهاز فك الشفرة هى أن يذهب رجال البوليس إلى مسرح الجريمة ويأخذوا الدليل ويضعوه فى الجهاز الذى يضم القارئ المحمول حيث يتم استخدام المعلومات الخاصة بالچينات الوراثية وتكبيرها وتفتتح وسيلة التوقيت قنوات تقوم بخلط المواد الكيميائية وتقوم الكهرباء بمعالجة الچينات عبر الأنابيب حتى تصل إلى الديسك لتحليلها ، وبذلك يستطيع رجال البوليس الحصول على الدليل الخاص بالچينات فى وقت قصير قد لا يتعدى وقت تناول كوب من القهوة.

ملخص لكيفية عمل الجهاز المحمول الذى تطوره شركة نانوچينى:

١- يذاب الدليل فى محلول ثم يخضع لسلسلة من التفاعلات الكيميائية التى تستخلص وتعد الچينات الوراثية.

٢- توضع الچينات الوراثية فى ملف ثم توضع فى أداة القراءة التى تقدم إمدادات الكهرباء فتتحرك الچينات عبر دسك، حيث تتفاعل مع چينات وراثية أخرى لتقدم البصمة الفريدة، وبمعنى آخر - (أو بنظرة أعمق نذكر أن) - كل موقع اختبار على الدسك يحتوى على خيط واحد من الدنا يُعرف بالمجس ... ونظراً لأن الچينات الوراثية سالبة الشحن فإنها يمكن معالجتها لتسير تجاه مواقع الاختبار الموجبة الشحنة وإذا كانت عينة الچينات متممة لچينات المسبر (أى الدنا الوراثى المفرد للعينة

متمم لخيط الدنا الوراثي بالمجس) فإن الخيطين يتحركان مثل الزمام المنزلق ليرتبطا معاً وتشير إلى وجود تطابق تام.

٣ـ جهاز القراءة يعمل أيضاً ككمبيوتر يعمل بالنت الذى يتصل بجهاز مركزى يحتوى على ملفات چينات وراثية مخزونة من أجل البحث عن المشتبه فيه.

٤ـ ولقد وضع مكتب التحقيقات الفيدرالى معياراً يقوم على ١٣ چيناً مختلفة عندما تُستخدم معاً يمكن التعرف بها على أى شخص، هذا المركّب فى الچينات يميز أى شخص عن كل الناس على سطح الأرض، فك الشفرة الخاصة بالچينات البشرية لمحاربة الجريمة.

ثانياً: الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة فى نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادى والعشرين فى مجال الفحوص الوراثية والكشف عن الميكروبات: وتشمل التطبيقات الآتية:

١ـ صفيف الدنا الميكروبى DNA microary.

٢ـ جهاز استكشاف الجراثيم المحمولة.

٣ـ أسطوانات جزيئية تركيبية ترتبط بالميزاب.

٤ـ أسلاك نانوية للكشف عن الفيروسات والميكروبات.

٥ـ مكافحة التدخين بالحامض النووى DNA.

٦ـ السعى لتقليل تكلفة تحليل مكونات الچينوم لخدمة المرضى ..

١ـ التطبيق الأول:

صفيف الدنا الميكروبى DNA microarry (أو شيبة الدنا DNA Chip)

تم استعمالها تجارياً لأول مرة فى عام ١٩٩٦م وإن كانت لم تحقق الأمل فيها بعد كأدوات بحث وتشخيص نظراً لأنها لا زالت باهظة الثمن بالإضافة لعوامل أخرى لكن يُشاد بدورها فى كونها تمثل حالياً عماد أبحاث اكتشاف الأدوية ـ بعدما مكنت فريقاً من الباحثين [من المعاهد الوطنية للصحة وجامعة ستانفورد ومختبرات أخرى] من التمييز بين المرضى الذى قضى عليهم المرض وأولئك الذين قاوموه، استناداً إلى فروق فى النمط الإجمالى لنشاط مئات الچينات التى توجد فى خلاياهم

الخبيثة لحظة التشخيص، والأمل فى أن يتمخض هذا الإنجاز عن اختبار تشخيصى يمكّن من تعرف مرضى الدرجات القصوى من الخطورة، وهناك أكثر من عشرين شركة تبيع هذه الصفيفات أو الأدوات أو البرامج اللازمة لتفسير المعلومات التى توفرها هذه الصفيفات. ورغم أن هذه الصفيفات تأخذ تنوعات عديدة، لكن جميعها يُقيِّم تركيب المادة الوراثية فى عينة نسيجية ما.

تركيب الصفيفات الميكروبية (صفيفات الدنا DNA الميكروبية وتعرف أيضًا بشيبات الدنا أو الشيبات الجينية):

تتألف بكاملها من هيكل مكوَّن من بقع ميكروية من جزيئات الدنا الأحادية الشريطة (المسابير)، تتوضع على شيبة لا تزيد مساحتها على بصمة الإبهام، وتستغل هذه الشيبات خاصية عملية للدنا وهى التزاوج بين القواعد {Complementary base Pairing} فإذا ما ترابط جزىء من الدنا، استخلص من نسيج ما، بمسبار له التسلسل Atcggc، فبإمكان الباحث أن يستنتج أن لجزىء الدنا من العينة النسيجية التسلسل التتامى TAGCCG. كما أن جزىء الرنا RNA، القريب كيميائياً من الدنا، يتبع على نحو صارم مبدأ تشافع القواعد نفسه عندما يترابط بالدنا وبذلك فإنه يمكن استنتاج تسلسل أى شريطة من الرنا تتشافع على الصفيف الميكروى مع تسلسل الدنا.

ولسنوات عديدة شكلت تفاعلات تشافع القواعد التتامى أساسًا لعدد كبير من الاختبارات البيولوچية. (سنتحدث عن بعضها عما قليل) - لكن بالنسبة لصفيفات الدنا فإنها تمتاز عن هذه الاختبارات بقدرتها على أن تقتفى (على التوازى) أثر عشرات الآلاف من تلك التفاعلات على شيبة واحدة، ولقد غدا اقتفاء الأثر ممكناً لأن كل نوع من المسابير (سواء كان چينة أو تسلسلاً أقصر مكوداً) يتوضع فى بقعة مسبقة التجديد من grid تشبه رقعة الشطرنج توجد على الشيبة، ولأن جزيئات الدنا أو الرنا تصب فوق الصفيف تحمل عُلاّمة متألقة أو وسمًا من نوع ما، فإنه يمكن كشفها بجهاز ماسح. وما أن يتم مسح Scanning الشيبة، حتى يحول حاسوب البيانات الأولية إلى الأحرف (الرموز) الأربعة التى تقرأ مباشرة وفقاً لألوانها.

ويأمل العلماء من اعتمادهم على هذه الأدوات البحثية الجديدة (صفيفات الدنا الميكروية) هدفين:

١ـ أن يتم فيما يعرف بتطبيقات النمط الجينى، مقارنة الدنا الموجود على الشيبة بدنا عينة نسيجية لتحديد أى الچينات توجد فى العينة.

٢ـ أو لمعرفة ترتيب الأحرف الكودية فى شرائط من الدنا لم تتم سلسلتها بعد، ولكن كثيراً ما يستعمل الباحثون هذه الأيام الأجهزة ليس لمجرد تحديد وجود الچينات أو تتالياتها فى عينة ما، بل لتحديد التعبير (أى مستوى النشاط) العائد لتلك الچينات ويقال إن الچينة تعبر عن نفسها عندما تُنتسخ إلى رنا مرسال mRNA وتُترجم إلى بروتين. وتمثل جزيئات الرنا المرسال النسخ المتحركة للچينات وتعمل كقوالب templates لصنع البروتين.

استخدامات أخرى متعددة وهامة للصفيفات الميكروية:

وسنذكر استخدامات أخرى ومنها :

(أ) لمقارنة الچينات فى كائنات حية مختلفة (للعثور على مفاتيح التأريخ التطورى لهذه الكائنات، على سبيل المثال).

(ب) لمقارنة الچينات فى الأورام بمثيلاتها فى النسج السوية (للكشف عن فروق فردية سواء فى تركيب الچينات أو فى عددها).

(جـ) وقد تغدو فى يوم ما مقارنة الچينات الموجودة على شيبات الدنا ذات فائدة كبيرة فى الممارسة الطبية.

(د) وقد تُمكِّن الصفيفات المتقنة التصميم من تحديد السبب الحقيقى فى العدوى لدى مريض لا تشير الأعراض المرضية لديه على مرض واضح المعالم.

(هـ) وهناك شيبات يجرى تطويرها حالياً لتمكننا من التنبؤ بدقة عن نوع الكائن الدقيق نتيجة أن (إرهابياً يستعمل سلاحاً بيولوچياً) قد نشر بين السكان أنماطاً معينة من الجمرة الخبيثة أو جراثيم دخيلة.

(و) الصفيفات الميكروية والكشف عن السنيبس (SNP_s):

حتى نتحدث عن دور الصفيفات فى الكشف عن السنيپس، نمر سريعًا على هذا المصطلح (السنيپس). ونوضح المقصود به:

ويعتبر تعدد الأشكال العائد لنيوكليوتيد واحد (سنيبس Snips): هو التغاير بين الأفراد فى النمط الظاهرى لصفة أو بنية ما نتيجة تغيير نكليوتيد واحد فى الچينة التى تكود البروتين المسؤول عن وجود الصفة أو البنية، حيث يحل حرف واحد من أحرف الدنا الأربعة (القواعد النيتروچينية الأربعة) محل آخر، ويفترض الكثير من العلماء أن تعدد الأشكال العائد لنيوكليوتيد واحد Single nucleotide polymorphisms (اختصاراً SNPs) يرجع إليه معظم الفروق الوراثية بين الأفراد، وبناء على هذا التعريف فإنه يمكن الاستفادة من الصفيفات الميكروية الكاشفة عن الچينات فى تحديد النزوع (الميل) الوراثى لفرد ما نحو الإصابة بعدد كبير من الاعتلالات، إذ يمكن بناء شيبة تحمل أشكالاً مغايرة Variants من چينة مرتبطة بمرض ما، للكشف عن السينپس SNP_S الخاص بفرد من الأفراد، ومن ثم التنبؤ بأرجحية إصابته بداء الزهايمر والداء السكرى أو سرطانيات معينة.. إلخ وبالتالى إمكان مراقبة هؤلاء الأفراد المعرَّضين لمستويات عالية من المخاطر مراقبة دقيقة وخصهم بالعناية والوقاية المركزة، بل والتدخل الجراحى المبكر أو العلاجى.

(ز) الصفيفات الميكروية ودورها فى صياغة التعبيرات Expression Profiling:

أسر هذا المجال على نحو متزايد اهتمام الباحثين خلال السنوات القليلة الماضية، إذ ينتج العاملون فى المختبرات هذه الصيغ التعبيرية بقياسهم كميات أنواع الرنا المرسال المختلفة فى عينة من النسج، وبالتالى يمكن القول عموماً بأنه كلما زاد عدد نسخ الرنا المرسال التى تصنعها الخلية، زاد عدد نسخ البروتين التى تنتجها. ولذا فإن كميات أنواع الرنا المرسال المختلفة فى عينة ما تشير على نحو غير مباشر إلى أنواع البروتينات الموجودة وكمياتها، ويتم حالياً تطوير شيبات تقيس قياساً مباشراً مستويات البروتينات.

(ح) الصفيفات الميكروية ودورها فى تناول أدوية بعينها لفرد ما دون الآخر:

إذ بوسع العلماء إباستعمالهم الچينوم كوسادة مجسية Sensorpad للكشف

عن التغييرات فى نشاط الجينات المختلفة فى خلية ما) الحصول على «القطات» Snapshots تفصيلية متقنة لكيفية تغير وظائف الخلية نتيجة تناول الأدوية أو حدوث الإصابة المرضية. وبمعرفة النمط الإجمالى لتفعيل نشاط الجينات وإيقافه فى عينة ما، قد يكون بالفعل أكثر فائدة من المعرفة عن أى جينات بعينها تنشط وتتوقف استجابة لتأثير ما. وفى مثل تلك الحالات يعمل بمثابة توقيع Signalure مكتوب بأسلوب الاختزال، يعكس الحالة الجزيئية لعينة نسيجية ما تحت ظروف معينة والمعرفة بالبروتينات التى تسود فى نسيج ما تم تعريفه لظروف مختلفة، يمكن أن يعمق الفهم لمعرفة كنه الاختلالات التى يحدثها تطور الأمراض والكيفية التى يعوض بها النسيج عادة عن هذه الاختلالات. ويتم استعمال صفيفات التعبير لفهم وظائف الجينات التى اكتشفت نتيجة للسّلسلة التى تمت حديثاً لمعظم الدنا فى نواة الخلية البشرية.

ـ (وتتميز تقنية الصفيفات الميكروية عن باقى التقنيات الأخرى بسرعتها وإمكانياتها أو كفاءتها الأعلى على تحقيق الغرض منها).

أسلوب التأثيم بسبب المخالطة: guilt by association:

المعنى الحرفى للجملة هو تأثيم شخص ما (إشعاره بالذنب) ـ لا لوجود دليل ضده وإنما إستناداً إلى مخالطته لمذنب، تطبيقاً للقول «رفيق المجرم مجرم» والقصد هنا هو الكشف عن مادة ما بسبب ترابطها بمادة أخرى قابلة للكشف. وبوسع صفيفات التعبير أن تسد الفجوات، حتى فى غياب أى فهم سابق لدور چينة ما فى وظائف الجسم. ويقوم مبدأ هذه الطريقة على الإدراك بأن الچينة ليست مجرد جزيرة معزولة، فإذا كانت الچينات فى نسيج ما تعمل معاً أو تتوقف معاً استجابة لمؤثر ما (كدواء مثلاً أو عدوى أو طفرة چينية مُحرِّضة) فإن الباحثين يمكنهم أن يستنتجوا أن هذه الچينات التى تتشابه فى تفعيلها وفى إيقافها تعمل وفقاً للسبيل التنظيمى نفسه.

أى أن هذه الچينات تعمل فى آن معاً، أو على التوالى، لتحرض حدوث الاستجابة الخلوية مما يُمكِّن الباحثين من التخمين المنطقى عن وظائف أى چينات فى المجموعة كانت تعتبر غامضة؛ قبل استخدام التقنية، تشابه وظائف الچينات التى سبق

أن حددت مسئولياتها الوظيفية ويتم الاستفادة فى مجال الأدوية من طريقة «التأثيم بسبب المخالطة» لاكتشاف بروتينات لم يُعرف عنها فى ما سبق أنها تعمل فى سُبل بيولوجية ذات علاقة بالأمراض. وما أن يتم العثور على تلك البروتينات حتى يقوموا بجدولتها كأهداف لتطوير أدوية جديدة ذات فائدة أفضل، وبالفعل فى سبيل التوصل لتحديد أهداف جديدة لأدوية تكافح الاعتلالات الالتهابية والتى يُفسر سببها بأنها نتيجة عدم تمكن الجهاز المناعى بجسم المريض من الوصول لهدفه ومهاجمته بدلاً من ذلك لأجزاء معينة من الجسم فيحدث بها تأذٌ شديد أدى لظهور هذه الاعتلالات.

تساءل أحد الباحثين ويسمى {S.p لينسلى} عن أىٍّ من جينات الخلايا الدموية البيض الخاصة بالجهاز المناعى تزيد، أو تنقص، من إنتاجها البروتينى بالتوازى مع جينة بروتين يسمى إنترلوكين 2 (اختصاراً 2-14) له علاقة وثيقة بالاعتلالات الالتهابية ومن خلال إنتاج صيغ تعبيرية لخلايا دموية بيض تم تعريفها لكيميائيات متنوعة، ومن ثم حدد بدقة (بواسطة برنامج حاسوبى معقد يقوم بمضاهاة الأنماط) مجموعة من الجينات، تنشط دائماً أو تتوقف دائماً عند تفعيل جين الإنترولوكين 2. وتضم هذه المجموعة جينًا لم يسبق تحديد وظيفته بطرائق أخرى ويشير مجمل البيانات إلى أن البروتين الذى تكوده هذه الجينة قد يمثل هدفاً جيداً للأدوية المضادة للالتهابات.

وهكذا يستعمل علماء الصيدلانيات صياغة التعبيرات بطريقة مختلفة؛ أى لتحديد الأدوية المرشحة والتى يُرجح أن تكون ذات تأثيرات جانبية غير مقبولة، ومن ثم لاستبعادها منها فى تحديد ما إذا كان مركب ما يمكن أن يضر بالقلب أم لا، أو لمعرفة السبب الذى يؤدى بأحد مثبطات البروتياز (المعروف باسم «رينوتافيز» التى تنقذ عادة حياة المعْدين (المخموجين) بفيروس الإيدز {Hiv} أن ينتج بعض تأثيراته الجانبية من خلال تأثيره فى الكبد فيؤدى إلى رفع مستويات الكوليسترول وثلاثيات الجليسريد (TG) فى الدم، وإلى إعادة توزيع غريبة لدهون الجسم، وإلى مقاومة فعل الإنسولين والأمل فى أنه بتلك النتائج الباهرة التى يتم التوصل إليها باستخدام

صفيفات الدنا، يمكن التوصل لترسانة ضخمة من الأدوية تتميز بتأثيراتها الجانبية الأقل.

ويأمل الأطباء فى التوصل لأدوات تشخيصية أسرع تصنف المرضى ذوى الأعراض المتشابهة فى مجموعات مستقلة متباينة، تفيد من خطط علاجية مختلفة وأمكن الاستفادة من صفيفات الدنا فى مجال الإصابة بسرطان الثدى حيث تم ابتكار اختبار وبدأ ذلك المشروع (لا زال فى مرحلة التجربة ولم يُعمم) بتوليد صيغ تعبيرية (تواقيع) لأورام أُخذت من نحو مائة امرأة، أعمارهن تقل عن ٥٥ عاماً، كانت قد تمت متابعة حالاتهن السريرية لأكثر من خمس سنوات بعد الجراحة. وتم عمل صفيف ميكروى يمثل ٢٥٠٠٠ جينة بشرية وفى النهاية وجد الباحثون أن توقيعاً (تعبيراً) بعينة، أنتجته ٧٠ جينة، يشير بقوة إلى أن النقائل metastases ستظهر حالاً. وكان يشير النمط المقابل لذلك إشارة صريحة إلى احتمالات تطور المرض بصورة تبشر بالخير. وتكوّن لدى الباحثين انطباع بأن بعض الأورام بُرمجت لتغدو نقائل قبل أن تنمو إلى حجم يقل عن نصف سنتيمتر، فى حين أن أوراماً أخرى (أكبر حجماً) برمجت لكى لا تنتشر مستقبلاً.

(فسبحان الله، مَنْ برمج هذه، وبرمج تلك؟!!) وقد تساعد صياغة التعبيرات على تمييز المجموعات الفرعية من المرضى الذين يعانون اعتلالات شائعة كالربو والسكرى والبدانة والذين يحتاجون إلى معالجات خاصة.

التطبيق الثانى:

جهاز استكشاف الجراثيم المحمول:

طور هذا الجهاز معمل لورنس ليفرمور ووزارة الدفاع الأمريكية، يحتوى هذا الجهاز المحمول على دوائر للتسخين والتبريد السريع لعمل نسخة مطابقة سريعة للجينات الوراثية وتقوم بتحليل الفيروسات الضارة المحتملة والبكتريا فى دقائق بدلاً من أيام ويستطيع الجهاز تصوير أكثر من ثمانية أنواع مختلفة من الفيروسات أو البكتيريا فى وقت واحد. وتقوم إدارة الخدمات الصحية بولاية كاليفورنيا بتقييم هذا الجهاز لاستخدامه فى المجالات المختلفة.

التطبيق الثالث:

أسطوانات جزيئية تركيبية ترتبط بالميزاب groove:

هى إحدى الطرق الحديثة لكظم الچينات وبخاصة الچينات التى تُكوِّد لظهور أمراض خطيرة.

حيث ابتكر «j.M. هانون» ومساعدوه [فى جامعة واريك بإنجلترا] أسطوانات جزيئية تركيبية بوسعها الارتباط بالميزاب الرئيسى الذى يتشكل نتيجة الجدال حلزون الدنا، فالأسطوانات تلوى الدنا بحيث يتعذر على الإنزيمات بلوغ چيناته . (والجدير بالذكر أن هذه الإنزيمات تحوِّل فى الوضع السوى، التعليمات الوراثية إلى الرنا المرسال) لكن لا زال أمام هذه الطريقة الكثير لتتضح معالمها، وعلى العلماء أن يكتشفوا كيفية استهداف چينات بعينها بغية كظمها.

التطبيق الرابع:

أسلاك نانونية للكشف عن الفيروسات والميكروبات:

هى من تطبيقات (الاستخدامات الحديثة للتكنولوچيا متناهية الصغر) حيث تم صناعة أسلاك دقيقة للغاية يبلغ عرضها . ١٠ نانومترات وطولها ألف نانومتر وتستخدم فى الكشف عن الفيروسات والميكروبات الخطيرة فى الدم داخل الجسم البشرى، وتم تطوير هذا الكشاف الكيميائى الإلكترونى فى جامعة هارفارد وللكشف عن علامات أو أعراض أخطر الأمراض المستعصية مثل سرطان البروستاتا وكذلك للكشف عن الأسلحة البيولوچية مثل الأنثراكس.

هذا الكشاف أصغر أربع مرات من حجم الكشاف التقليدى المستخدم فى اختبارات الدم العادية كما أنه يمد الأطباء بنتائج فورية ودقيقة وربما يستخدم لعلاج أو هو مضاد حيوى فى حد ذاته.

معنى مصطلح «نانوتكنولوچى»: كلمة «نانو» تعنى باللغة اليونانية «قزم» وتستخدم فى مجال العلوم للإشارة إلى الأشياء الصغيرة جداً جداً.. بدرجة لا يمكن أن يتخيلها العقل البشرى.. فهو يعادل عشر مرات من حجم ذرة الهيدورچين وقد

وصفها «توماس كينى» الباحث فى جامعة ستانفورد بأنها مقدار نمو أظافر اليد فى الثانية الواحدة.

وحالياً نجد أكثر من ٤٥٠ شركة و ٢٧٠ قسماً فى جامعات مختلفة بالولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان تبذل جهوداً مُضنية لإجراء أبحاث علمية مكثفة فى هذا المجال. وقد وصل إجمالى المبالغ التى أنفقت على هذه الأبحاث خلال ٢٠٠٤م فقط ١,٥ مليار جنيه إسترلينى بينما من المتوقع أن تصل التكلفة النهائية بحلول ٢٠١٢م إلى تريليون دولار أمريكى.

التطبيق الخامس: مكافحة التدخين.. بالحامض النووى DNA:

كشفت دراسة طبية حديثة أجراها فريق علمى من جامعة أوكسفورد أن اختبار الحمض النووى «DNA» يمكن أن يساعد على تحديد المدخنين الذين تحتوى خلاياهم على چين الإدمان وكيفية الاستفادة منها فى وضع برامج تساعدهم على الإقلاع عن التدخين. خاصة بكل فرد على حدة، بناء على تحليل چيناته الشخصية.

يطلق على هذا الاختبار «اختبار النيكوتين» ويجرى بسهولة، وجد الباحثون أن ٤٠٪ من المدخنين الحاملين لچين الإدمان يمكنهم أن يقلعوا عنه بنجاح إذا ما استخدموا الأسلوب المناسب للعلاج بالنيكوتين البديل.

أما الذين يمكن أن ينجحوا فى الإقلاع عن التدخين بوسائل لا تحتوى على النيكوتين ولا يحملون الچين، فكانت نسبتهم ٢٠٪.

كما يمكن أن يظهر الاختبار الجرعة المناسبة من النيكوتين التي ينبغى إعطاؤها للمدخن لكى يقلع عن التدخين.

ويمكن أيضاً أن يتم فحص الأطفال والتحقق من وجود هذا الچين من عدمه وتحديد من لديه احتمال إدمانه للتدخين أكثر من غيره.

التطبيق السادس: السعى لتقليل تكلفة تحليل مكونات الچينوم لخدمة المرضى:

حتى عام ٢٠٠١ كان فك الشريط الوراثى يكلف ٣ مليارات يورو لكل فرد وسعيًا لتقليل التكلفة ولمضاعفة إقبال الأفراد على تحليل مكونات الچينوم تجرى الآن

تجارب بحثية ومعملية لإدخال تقنية جديدة فى تحليل الشريط الوراثى تعتمد على القراءة المباشرة لجزيئات الشريط، ومن المتوقع فى حالة نجاح هذه التقنية أن يتوافر لكل مريض ملف كامل بشريطه الوراثى وجميع الأمراض التى قد يصاب بها فى المستقبل الأمر الذى سيساعد الأطباء على متابعة مرضاهم وتشخيص حالاتهم بشكل أفضل وأدق .

الطريف فى الأمر هو أن الشركات تحمست لإنتاج أجهزة عملية لتحليل الچينوم الوراثى آخرها كان عرض إحدى الشركات الأمريكية بفك الچينوم الوراثى وتوفير المعلومات على قرص مدمج مقابل ٧١٢ ألف دولار لكل حالة، إلا أن إحدى الشركات البريطانية فاجأت الجميع حين أعلنت أنه بعد خمس سنوات من الآن ستطرح جهازاً لفك الچينوم كاملاً ولن يكلف الأمر أكثر من ألف يورو وقطرة من دم المريض لتحليلها.

نظرة تأمل فى حياة الإنسان (صانع البيوتكنولوچيا) والأسباب الرئيسية لصنع البيوتكنولوچيا

أولاً: تمهيد للجولة: ولنا وقفة

عزيزنا القارئ .. لعله من المناسب فى ختام جولاتنا بهذا الكتاب أن تكون لنا وقفة!!

فبعد هذا الاستغراق والتوسع فى عرض جولاتنا الخاصة بالصنعة [نقصد بها عالم البيوتكنولوچيا] ـ وبعد التجول بين ثنايا أطوارها المختلفة وبخاصة «مرحلة الهندسة الوراثية» لإبراز أهميتها وما أحدثته وتحدثه فى حياة الإنسان وكل الكائنات ... جدير بنا أن نقف معاً لبعض الوقت.. لنتدبر ونتأمل أمرين هامين هما:

١ـ عن الصانع البديع «جلَّ وعلا» الذى صنع الإنسان.

٢ـ عن الإنسان صانع هذه البيوتكنولوچيا ... ومعه نتحدث عن النيوتكنولوچيا وأسبابها بصورة أعمق.

فلأن الإنسان خليفة الله (سبحانه وتعالى) على الأرض بمشيئته جلَّ وعلا... جعله «المولى» مخلوقًا له وعى وإدراك وعلَّمه ما لم يعلم، كل ذلك دفع الإنسان إلى أن يكون ذا قدرة على اكتشاف بيئته وتأثيره وإعماله فيها... ومع تسخيره سبحانه وتعالى لنا ما فى الأرض جميعاً... وكلما ازداد وعى الإنسان وتأمله لما يجرى فى الحياة... اكتشف أن ثراء الحياة لا يتجلى فقط فى تنوع الكائنات، وعلم أنه ليست هناك كائنات تحيا منعزلة من البداية للنهاية.. واستنتج أن كل الحياة على الأرض تمضى فى تفاعل وتناغم... منسجمة مع بعضها فى اتزان عجيب ـ وهو ما لاحظه معنا عزيزنا القارئ من خلال جولاتنا مع البيوتكنولوچيا فى الكتاب... ولا يسع المتأمل لكل هذا ... صاحب الفطرة السليمة إلا أن يقول أن وراء كل هذا إله واحد خالق عظيم قدير، فكل ذلك دليل على عظمة الخالق جلَّ وعلا وبديع صنعه.

ومع تأملنا أيضاً سنلاحظ أنه كلما ازدادت خبرة الإنسان ازدادت قدراته على التحكم فى موارد البيئة وازداد عمق تفكيره ووعيه ومقدرته على تحسين معيشته... وبالتالى اتسع مفهوم البيوتكنولوچيا... والتى تعد هى نفسها بمثابة نقلات على طول طريق التطور الحضارى والوراثى... شاهدنا كيف كانت أيام قدماء المصريين ثم كيف ازدادت تطوراً لنجد مزارع الأنسجة فى القرن التاسع عشر ثم لتتسع أطوارها [الست] التى تحدثنا عنها... وأدّت إلى إحداث نقلات واسعة النطاق... تعيد تشكيل المجتمعات والحكومات... أثرت تأثيراً بالغًا فى الاقتصاديات والنظم الإيكولوچية.

ومن خلال ذلك التأمل يمكننا أن نستشف الأسباب الحقيقية (أو بعضها) والتى تكمن وراء تلك الطفرات والإنجازات المهولة التى حققها الإنسان وما سيحققها فى المستقبل بإذن الله تعالى.

ومن ثمرات هذا التأمل ... يلفت انتباهنا ٣ (ثلاث) أمور رئيسية نعتبرها بمثابة الأسباب الرئيسية (الأسس) وراء تحقيق الإنسان لكل النجاحات والإنجازات فى كافة الميادين، ولاستقراره على الأرض.. وبالتالى فهى بالتبعية وراء ظهور البيوتكنولوچيا وكافة العلوم والتطبيقات الأخرى.

وهذه الأمور هى:

١- الأمر الأول:

وهو الذى نعده بمثابة البداية والأساس الحقيقى.. هو تقدير المولى (جل وعلا) ومشيئته التى لا تعلو عليها مشيئة بخلقه سبحانه للإنسان وتكريمه له فى جعله فى أحسن صورة ؛ وهناك آيات قرآنية كريمة كثيرة.. نذكر منها:

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَالتِّينِ وَالزَّيْتُونِ (١) وَطُورِ سِينِينَ (٢) وَهَذَا الْبَلَدِ الأَمِينِ (٣) لَقَدْ خَلَقْنَا الإِنسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ (٤) ثُمَّ رَدَدْنَاهُ أَسْفَلَ سَافِلِينَ (٥) إِلاَّ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ فَلَهُمْ أَجْرٌ غَيْرُ مَمْنُونٍ (٦) فَمَا يُكَذِّبُكَ بَعْدُ بِالدِّينِ (٧) أَلَيْسَ اللَّهُ بِأَحْكَمِ الْحَاكِمِينَ (٨) ﴾

صدق الله العظيم [سورة التين]

ومن سورة الانفطار نذكر:

﴿ يَا أَيُّهَا الإِنسَانُ مَا غَرَّكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ (٦) الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ (٧) ﴾

صدق الله العظيم

وجعل الله سبحانه وتعالى الإنسان خليفته على الأرض.. وسخَّرها له بما بها من كائنات وجماد، ليطوعها الإنسان بحسب ما يراه فى مصلحته واستقرار شأنه.. ولن نجد تعبيرات تفسر تلك الحقيقة أفضل مما نجده فى كتابه سبحانه وتعالى (القرآن الكريم) من آيات مباركات، وسنحاول عرض بعض من هذه الآيات المباركات... مع محاولة حسن تدبرها وتأملها حيث نجد بها ما ننشده من أصدق وأعمق تفسير لمجريات الأمور ولحقيقة خلق الإنسان، ونذكر من هذه الآيات المباركات ما يلى: ـ

بسم الله الرحمن الرحيم

١ ـ ﴿ هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٢٩) وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لا تَعْلَمُونَ (٣٠) وَعَلَّمَ آدَمَ الأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلائِكَةِ فَقَالَ أَنبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلاءِ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ (٣١) قَالُوا سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ (٣٢) قَالَ يَا آدَمُ أَنبِئْهُم بِأَسْمَائِهِمْ فَلَمَّا أَنبَأَهُم بِأَسْمَائِهِمْ قَالَ أَلَمْ أَقُل لَّكُمْ إِنِّي أَعْلَمُ غَيْبَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَأَعْلَمُ مَا تُبْدُونَ وَمَا كُنتُمْ تَكْتُمُونَ (٣٣) ﴾

{سورة البقرة}

٢ ـ ﴿ هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الأَرْضَ ذَلُولاً فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ وَإِلَيْهِ النُّشُورُ (١٥) ﴾

{سورة الملك}

٣ ـ ﴿ هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٢٩) ﴾

{سورة البقرة}

٤ـ ﴿أَوَ لَمْ يَرَوْا أَنَّا خَلَقْنَا لَهُم مِّمَّا عَمِلَتْ أَيْدِينَا أَنْعَامًا فَهُمْ لَهَا مَالِكُونَ (٧١)﴾

[سورة: يس]

٥ـ ﴿اللَّهُ خَالِقُ كُلِّ شَيْءٍ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ وَكِيلٌ (٦٢) لَّهُ مَقَالِيدُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَالَّذِينَ كَفَرُوا بِآيَاتِ اللَّهِ أُوْلَئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ (٦٣)﴾ [سورة الزمر]

٦ـ ﴿وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لاعِبِينَ (٣٨)﴾ [سورة الدخان]

٧ـ ﴿إِنَّا جَعَلْنَا مَا عَلَى الأَرْضِ زِينَةً لَّهَا لِنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ عَمَلاً (٧)﴾

[سورة الكهف]

٨ـ ﴿وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (١٣)﴾ [سورة الجاثية]

٩ـ ﴿وَلَقَدْ كَتَبْنَا فِي الزَّبُورِ مِنْ بَعْدِ الذِّكْرِ أَنَّ الأَرْضَ يَرِثُهَا عِبَادِيَ الصَّالِحُونَ (١٠٥)﴾ [سورة الأنبياء]

١٠ـ ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ (٤٥)﴾

[سورة النور]

١١ـ ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ اعْبُدُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ وَالَّذِينَ مِن قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ (٢١) الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ فَلا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنتُمْ تَعْلَمُونَ (٢٢) وَإِن كُنتُمْ فِي رَيْبٍ مِّمَّا نَزَّلْنَا عَلَىٰ عَبْدِنَا فَأْتُوا بِسُورَةٍ مِّن مِّثْلِهِ وَادْعُوا شُهَدَاءَكُم مِّن دُونِ اللَّهِ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ (٢٣) فَإِن لَّمْ تَفْعَلُوا وَلَن تَفْعَلُوا فَاتَّقُوا النَّارَ الَّتِي وَقُودُهَا النَّاسُ وَالْحِجَارَةُ أُعِدَّتْ لِلْكَافِرِينَ (٢٤) وَبَشِّرِ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ أَنَّ لَهُمْ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِن تَحْتِهَا الأَنْهَارُ كُلَّمَا رُزِقُوا مِنْهَا مِن ثَمَرَةٍ رِّزْقًا قَالُوا هَٰذَا الَّذِي رُزِقْنَا مِن قَبْلُ وَأُتُوا بِهِ مُتَشَابِهًا وَلَهُمْ فِيهَا أَزْوَاجٌ

مُطَهَّرَةٌ وَهُمْ فِيهَا خَالِدُونَ (٢٥)﴾ [سورة البقرة]

ها نحن عزيزنا القارئ نجتهد فى تدبير معانى تلك الآيات الجليلة .. خالق عظيم.. إنسان مخلوق فى أحسن صورة.. أرض جعلها الله (سبحانه وتعالى) ذُللاً.. بها كافة سبل الحياة المناسبة لهذا الإنسان.. من كائنات وجماد وسماء ينزل منها المطر و.. الخ وبهذا التسخير من قبل المولى «سبحانه وتعالى» للإنسان ليُظهر الإنسان إمكانياته ويُطوع ما بالأرض وفقما يشاء.. وبخاصة بعدما علَّم الله آدم الأسماء كلها..

الأمر الثاني: شريعة حكيمة

فمترتب على وجود الإنسان على الأرض وتسخيرها له وإعماره للأرض وتكاثره.. حدوث ذلك التفاعل بين البشر بعضهم البعض من جهة.. ومن جهة أخرى مع جميع الموجودات على الأرض.. لذا أنزل الله «سبحانه وتعالى» شريعة حكيمة لتنظيم حياة البشر وعلاقاتهم من منطلق أنهم جميعاً من أبناء آدم وأنهم سواسية يتفاضلون بتقواهم وإيمانهم بالله تعالى: ﴿ يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُم مِّن ذَكَرٍ وَأُنثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِندَ اللَّهِ أَتْقَاكُمْ (١٣) ﴾[سورة الحجرات].

وهناك آيات كثيرة بتأملها نرى أنه سبحانه يحثنا على ضرورة السعى فى الكون والتعرف على ما به فهو من ضروريات وواجبات أمانة استخلاف الإنسان وتحمله للأمانة نذكر منها : ﴿ إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُكُمْ أَن تُؤَدُّوا الأَمَانَاتِ إِلَىٰ أَهْلِهَا وَإِذَا حَكَمْتُم بَيْنَ النَّاسِ أَن تَحْكُمُوا بِالْعَدْلِ إِنَّ اللَّهَ نِعِمَّا يَعِظُكُم بِهِ إِنَّ اللَّهَ كَانَ سَمِيعًا بَصِيرًا (٥٨) يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا الرَّسُولَ وَأُولِي الأَمْرِ مِنكُمْ فَإِن تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِن كُنتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الآخِرِ ذَٰلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلاً (٥٩) ﴾ [سورة النساء]

ومع ذلك الحق الذى أعطاه الله للإنسان ليعمر فى الأرض فيبنى ويُشيِّد ويتعالى فى البنيان، ويغوص لأعماق البحار، ويصعد إلى السماء؛ ويغوص فى أعماق الجسم البشرى، ويبتكر ويحصد.. ، ولقد حذر الحق سبحانه وتعالى الإنسان من أن تلهيه الدنيا لدرجة يتحول فيها ذلك الإعمار إلى فساد فى الأرض وقطع ما أمر به الله أن يوصل وعندها فلينظر الإنسان عقابه بالدنيا وبالآخرة:

﴿وَالَّذِينَ يَنقُضُونَ عَهْدَ اللَّهِ مِنْ بَعْدِ مِيثَاقِهِ وَيَقْطَعُونَ مَا أَمَرَ اللَّهُ بِهِ أَن يُوصَلَ وَيُفْسِدُونَ فِي الأَرْضِ أُوْلَئِكَ لَهُمُ اللَّعْنَةُ وَلَهُمْ سُوءُ الدَّارِ ﴿٢٥﴾﴾ [سورة الرعد]

ومع هذه الشريعة الحكيمة.. أبقى الله فى محكم كتابه، وفى سنة خاتم أنبيائه ورسله ما يقيم على الإنسان الحجة بمنطقه العلمى ويحرك القلوب الواعية والنفوس السوية والعقول المنصفة، ويردها إلى الإيمان بالغيب الذى بدأت الحضارة المادية والمعاصرة بإنكاره ويعلم الله المحيط بكل شيء ـ سلفاً ـ أن الإنسان سوف يصل إلى مرحلة ووقت يتجمع له فيها من المعارف بالكون ومكوناته وسننه ما لم يتوفر لجيل من الأجيال من قبل، فينبهر باكتشافاته العلمية وتطبيقاته التقنية وينغمس فى أمور الدنيا إلى آذانه وينشغل عن أمور الدين وركائزه أو يتجاهلها، أو ينكرها.. ﴿ أَلاَ لَهُ الْخَلْقُ وَالأَمْرُ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ ﴿٥٤﴾﴾ [سورة الأعراف] وهذا يأخذنا للأمر الثالث.

الأمر الثالث: «العقل» والمعرفة:

ذلك التكوين الربانى .. الذى منحه الله «سبحانه وتعالى» للإنسان باعتباره خليفته على الأرض.. وهو يعتبر بمثابة منظومة كاملة .. «هى المنظومة العقلية». ومع هذه المنحة الربانية كانت «المعرفة» التى بدأ بها الإنسان حياته على الأرض ﴿وَعَلَّمَ آدَمَ الأَسْمَاءَ كُلَّهَا ... ﴿٣١﴾﴾ [سورة البقرة] ، فالإنسان لم يوجد على الأرض ويبدأ حياته بدون معرفة كما تشير إلى ذلك كتابات وأفلام الغرب والتى تذكر أنه كان يُقلد الحيوان ثم يرتقى ليكون إشارات ولغة و... و... إلخ. لكنه بدأ ولديه عقل ومعرفة (كما أخبرتنا الآيات) كانت بمثابة الأساس الذى دعم له استقراره وسهَّل له حياته

على الأرض.. يُعمل عقله ويُعلى بنيانه وباستخلافه على الأرض حقق ما نراه ونلمسه ونعيشه.. لقد وفرت عليه تلك المشقة والفترات الزمنية التى يفترضها ويتخيلها ويتوهمها «البعض» حتى يصل للمعرفة وللغة التواصل ليبدأ الرقى.. فلغة التواصل بدأت مع بداية وجود الإنسان على الأرض... ولم يكن يتصرف كالحيوان... كما يذكر البعض.

وإن الإنسان بامتلاكه لهما (العقل والمعرفة) يصير متفرداً ورائداً على سائر مخلوقات الأرض... (إن شاء الله). وجعلت «العقل والمعرفة» الإنسان يتميز بخصائص فريدة هى كما يراها د.«أحمد شوقى حسن» فى كتابه «هندسة المستقبل»:

«.. الحرفية القابلة للتنمية المستمرة، المقدرة على استبعاد خبرات السابقين وتجاربهم [الربط الزمنى الواعى]، والقدرة على التحليل الإبداعى.

والإنسان بامتلاكه لهذه الخصائص والمميزات التى حباه الله بها؛ تمكن من حسن الاستيعاب والاستفادة من خبرات سابقيه بوعى وإدراك وأعمل فكرة المُبدع الخلاق الذى يعطيه القدرة على الخيال الجرىء والإنتاج الفكرى الذى لا يعرف الحدود، فأضاف على هذه الخبرات وابتكر ليتغلب على ما يقابله من عثرات ومحن، مقدماً أفضل الطرق والحلول لمجابهة الظروف المتغيرة له ولسكان الأرض ومُوجِّهاً حياته للأفضل وبمرور الوقت وازدياد وعيه ومقدرته على التحكم فى البيئة ومواردها صنع تاريخه، وتمكن من ارتياد آفاق الرقى وبناء الحضارات المتعاقبة والتى بنيت على هذا الأساس، وتدهورت أخرى أو عجزت عندما انهار لديها هذا الأساس، وبرز بهذه الحضارات العديد من الثورات العلمية المناسبة لكل مرحلة زمنية، وأمكن للإنسان الحالى وفقاً لذلك أن يُشكل التيارات الحالية للمعارف البشرية والتى تأتى فى مقدمتها مجالات (أطوار) البيوتكنولوچيا. [محور كتابنا]

إن الإيمان بأن وراء كل هذه الصنعة صانعًا عظيمًا كرَّم الإنسان روحاً وجسداً هو موقف كل الأديان السماوية...

وسنشير هنا إلى:

١ـ حديث د. محمد سيد طنطاوى «شيخ الأزهر».

٢ـ موقف أتباع الأديان السماوية الإيجابي.

أولاً: حديث د. محمد سيد طنطاوى «شيخ الأزهر»:

ويحضرنا فى هذه الوقفة التأملية أن نذكر جزء من مقالة فضيلة الإمام الأكبر د. «محمد سيد طنطاوى» شيخ الأزهر.. وهو عن (تكريم الله للإنسان روحاً وجسداً وصورة) .. ولنترك له الحديث:

من المتفق عليه عند العقلاء، أن شريعة الإسلام قد كرمت الإنسان روحاً وجسداً وصورة، تكريماً عظيماً سواء أكان حياً أو ميتاً.

ومن الأدلة على ذلك قوله تعالى: ﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُم مِّنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلاً ﴿٧٠﴾﴾

[سورة الإسراء]

والمعنى: والله لقد كرَّمنا بنى آدم من رجال ومن نساء تكريمًا عظيمًا، ومن مظاهر ذلك أننا خلقناهم فى أحسن تقويم، كما قال سبحانه ﴿ لَقَدْ خَلَقْنَا الإِنسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ﴿٤﴾﴾ [سورة التين].

أى: لقد خلقنا الإنسان فى أعدل قامة، وفى أجمل صورة، وفى أحسن هيئة وميزناه بالعقل وبالبيان، وسخرنا الكثير من مخلوقاتنا لخدمته، وحملناه بقدرتنا فى البر والبحر، ورزقناه بفضلنا وإحساننا من طيبات المطاعم والمشارب، وفضلناه على كثير من مخلوقاتنا التى لا تعد ولا تحصى.

كذلك من مظاهر هذا التكريم أن شريعة الإسلام قد اعتبرت جسد الإنسان أمانة ائتمنه الخالق - عز وجل - عليها وأنه لا يجوز لأحد أن يتصرف فى هذا الجسد بما يسوؤه أو يهلكه إلا بالحق، حتى ولو كان هذا التصرف صادراً من صاحب الجسد ذاته.

قال تعالى: ﴿ وَلا تَقْتُلُوا أَنفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا ﴿٢٩﴾ وَمَن يَفْعَلْ ذَٰلِكَ عُدْوَانًا وَظُلْمًا فَسَوْفَ نُصْلِيهِ نَارًا وَكَانَ ذَٰلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرًا ﴿٣٠﴾﴾

[سورة النساء]

وفى الصحيحين عن أبى هريرة ـ رضى الله عنه ـ أن رسول الله ـ صلى الله عليه وسلم ـ قال: «من تردى من جبل فهو فى جهنم يتردى فيه خالدًا مخلدًا فيها أبدًا. ومن تحسى سمًا فقتل نفسه فسُمه فى يده يتحساه فى نار جهنم خالدًا مخلدًا فيها أبدًا. ومن قتل نفسه بحديدة فحديدته فى يده يتوجأ بها ـ أى: يضرب نفسه بها ـ فى نار جهنم خالدًا مخلدًا فيها أبدًا».

وأيضا من مظاهر تكريم شريعة الإسلام للإنسان، أنه أمر كل مسلم أن يهتم بإصلاح جسده، بأن يستعمل كل وسائل العلاج التى تؤدى إلى شفائه، أو إلى تخفيف مرضه، ففى الصحيحين ـ البخارى ومسلم أن رسول الله ﷺ قال: «ما أنزل الله داء إلا وأنزل له شفاء فتداووا يا عباد الله».

فهذه النصوص من كتاب الله ـ تعالى ـ ومن السنة النبوية الصحيحة، واضحة كل الوضوح فى أن شريعة الإسلام، قد كرمت الإنسان تكريمًا عظيمًا، وأمرت بالمحافظة عليه من كل ما يهلكه أو يؤذيه، ونهت عن قتله أو عن إنزال أى ضرر به إلا بالحق، لأن كل إنسان وإن كان صاحب إرادة بالنسبة لبدنه، إلا أن هذه الإرادة مقيدة بالحدود التى شرعها الله ـ تعالى ـ وفى النطاق المستفاد من قوله سبحانه ـ ﴿وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ ... (١٩٥)﴾ [سورة البقرة].

ثانيا: موقف أتباع الأديان السماوية الإيجابى:

تثور المناقشات وتهدأ فى أوروبا وأمريكا منذ ١٥٠ سنة بين الخلقيين Creationists) [الذين يؤمنون بأن روعة تكوين الأشياء العديدة فى الكون ودقة تصميمها دليل على وجود الخالق]، وبين أتباع تشارلز داروين Charles Darwin [منذ أن نشر كتابه أصل الأنواع Origin of species عام ١٨٥٩م]: ـ والذى ذكر فيه داروين مجموعة من العوامل أرجع إليها هذا التطور للكائنات منها التغيير العشوائى وما أطلق عليه نظرية (الانتقاء أو الاختيار الطبيعى natural selection)؛ وفى ضوء هذا الانتقاء يذكر داروين أنه بمرور الوقت حدثت تغييرات فى الكائنات ساعدتها على التكيف مع طبيعة الحياة وهذه التغييرات الإيجابية ورثتها الكائنات لنسلها

والذى يُطلق عليه [عملية النشوء والارتقاء] ، وذكر أن البشر أسلافهم من أشباه القرود وقد تطوروا من خلال عمليات بيولوچية؟!!..

وناقض داروين معتقدات المتدينين وتعاليمهم بشأن خلق العالم. وسنناقش فى النقاط التالية جانباً من هذه المناقشات الدائرة بين الطرفين .. (وهى من مجلة العلم يونيه ٢٠٠٥م نقلاً عن مجلة فوكس):

١ـ عالم اللاهوت «وليم بالى» ونظريته الشهيرة حول التصميم والتكوين:

فى عام ١٨٠٢م طرح عالم اللاهوت الإنجليزى «وليم بالى» نظريته الشهيرة التى تُعرف باسم (الحجة من التكوين) وأكد فيها وجود ظواهر رائعة لا يمكن أن تكون إلا من صنع الله وذكر أنه من غير المقنع على الإطلاق أن شيئًا ما قد تطور بالصدفة ليصبح مناسباً للغرض الذى وُجد من أجله.. كعين الإنسان مثلاً. ومن هنا يصبح من المقنع القول بأن هناك قوة مرشدة وراء تكوين هذا العضو وهذه القوة هى [الله].

ويريد بالى القول بأنه يتعين إرجاع هذا النشوء وذلك الارتقاء إلى قوة عظمى وليس للصدفة.

٢ـ طائفة «سبتيين اليوم السابع»:

تأسست فى عام ١٨٦٣م على يد الفتاة الأمريكية «إيلين هوايت»، وهى حركة أصولية مسيحية.. ومن تلك الحركة خرج المدافعون الأوائل عما يُعرف باسم «علم الخلق» ولقد كانت هناك العديد من المواجهات بين أصحاب «نظرية الخلق» ومؤيدى نظريات داروين شهدت المحاكم فاصلاً منها.

٣ـ نظرية التصميم الذكى:

لم تكن هذه النظرية سوى تطوير للنص الذى جاء به [بالى] منذ ٢٠٠ سنة حول تصميم الخلق... والجزء الرئيسى من هذه النظرية هو مفهوم «التصميم الذى» لا يمكن أن يأتى مصادفة، وحسب هذا المفهوم فإن هناك قدرات معينة لدى الكائنات لا يمكن أن تكون توافرت عن طريق الصدفة.. حتى ولو عبر مليارات السنين».

٤- كتاب « صندوق داروين الأسود » للدكتور مايكل بيهى:

صدر هذا الكتاب فى عام ١٩٩٦م للدكتور مايكل بيهى وهو أستاذ للكيمياء الحيوية فى جامعة بيهر فى بنسلفانيا... وذكر بالكتاب أمثلة عديدة تؤكد على أن تصميم المخلوقات لا يمكن أن يأتى مصادفة، وتراوحت الأدلة بين نظام الدفاع لدى حشرة [الخنفساء القاذفة] و [تجلط الدم لدى الإنسان] وأنها رغم بساطتها الشكلية فإنها تنطوى على قدر كبير من التصميم لا يمكن أن يكون قد جاء عن طريق الصدفة..

مثال: كيفية عمل نظم الدفاع فى حشرة الخنفساء القاذفة:

يبلغ طول الخنفساء الواحدة حوالى سنتيمتر فى المتوسط... وعندما يتهددها خطر ما فإنها تبدأ فوراً فى إطلاق سائل ساخن حارق على من يهاجمها ، فيصاب ذلك المهاجم بالعمى.. وتهرب هى ناجية بحياتها...وفى ذلك ... يُذكر أن الغدد الداخلية فى جسمها تقوم بإفراز مادتى بيروكسيد الهيدروچين، والهيدروكيتون.. وفى الوقت اللازم تدخل المادتان غرفة داخل جسمها وتتفاعلان فيها فى وجود مادتين كيميائيتين تقومان بدور العامل المساعد.. والنتيجة تكون سائلاً حارقًا هو الذى يندفع بسرعة خارجاً من الغرفة إلى فوهة فى أنف الخنفساء التى تقوم بإطلاقه على مهاجمها سيء الحظ.

ويتساءل الباحثون: كيف يمكن أن يطور نظام دفاعى بكل هذا التعقيد والتطور لدى تلك الحشرة الصغيرة بشكل عشوائى، ولو تأملنا هذا النظام الدفاعى لوجدنا أن أياً من مفرداته ليس له قيمة بشكل منفرد، وإنما تكتسب قيمتها عندما تجتمع معاً لتزود الخنفساء القاذفة بأداة فعّالة للغاية للدفاع عن نفسها.. إن هذا التفاعل لا يمكن أن يكون سوى وليد عمل «مصمم ذكى» لأنها لو تفاعلت بشكل عشوائى يعتمد على الصدفة لما أنتجت لنا ذلك الاتساق المتكامل ولكن أنماط مشوهة.

... ولا زالت المناقشات دائرة لم تتوقف بين كلا الطرفين .

وإذا تأملنا موقف الرافضين لوجود صانع مُبدع للكون بما فيه... فإننا سنجدها تعارض بعضها البعض وتتخبط السير... فمن جهة نجدها تنسب الفضل فى وجود

الحياة على الأرض وتدرجها لتصل بفضل «التطور» والانتخاب الطبيعى إلى تكوين «الإنسان العاقل» ثم نجدها تنسب الفضل فى تقدم العلم للإنسان وحده وللملكاته المتميزة وترى أنه نجح باستخدام هذه الملكات فى «قهر» الطبيعة و«السيطرة عليها»، مع أنه لم يكن ليستطيع ذلك إن سلمنا جدلاً أنه استطاع ذلك - إلا «بتعاون» الطبيعة معه .. فمن ضمن له هذا التعاون؟ وبدلاً من أن ينبهر الإنسان بالطبيعة وبخالقها الذى أبدع صنعته عند استكشافه لها وللقوانين التى تحكمها انبهر بنفسه . فكان شأنه كمن عثر على آلة معقدة نفيسة تزخر بالعجائب فى كهف مهجور فاعتبر الإنجاز الأعظم هو عثوره على الآلة ولم يتوقف ليعجب كيف صُنعت ولا من صنعها!!

ولا نعرف عزيزى القارئ لماذا وقفوا عند حد «الطبيعة» وأنها البداية وأن تكون الأنواع المختلفة من الكائنات جاء بالانتخاب الطبيعى.. والذى به كانت الحياة؟!!.. وتغافلوا (عن عمد) ولم يسألوا عن الذى خلق تلك الطبيعة وأوجدها ثم كيف يكون للصدفة وللطفرات (الغير مقصودة) ذلك الدور الرئيسى فى مسألة انتخاب الكائنات وإبقاء الأصلح منها والمحافظة على تكاثرها مع متغيرات البيئة... كيف؟! وكيف تتمكن تلك الطبيعة (المخلوقة) من تدبير أمر الحياة على الأرض هذا التدبير المحكم؟!! وتعطيها القدرة على البقاء؟!! أسئلة كثيرة نوجهها لهم وبالطبع فهم لن يستطيعوا الإجابة عنها بصدق.. وستستشف من إجابات العديدين منهم إصراراً عجيبًا للنكران والتشكك فهل هى محاولة للتهرب.. من الخالق!!

أم قلوب لا تعقل؟ وعميت العيون والعقول؟!! ترى.. لماذا؟!! مهما كانت المبررات فهى واهية.. مُنحرفة عن الفطرة السليمة... تعالى الله عما يصفون:

﴿ اللَّهُ خَالِقُ كُلِّ شَيْءٍ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ وَكِيلٌ (٦٢) لَهُ مَقَالِيدُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالَّذِينَ كَفَرُوا بِآيَاتِ اللَّهِ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ (٦٣) قُلْ أَفَغَيْرَ اللَّهِ تَأْمُرُونِّي أَعْبُدُ أَيُّهَا الْجَاهِلُونَ (٦٤) وَلَقَدْ أُوحِيَ إِلَيْكَ وَإِلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِكَ لَئِنْ أَشْرَكْتَ لَيَحْبَطَنَّ عَمَلُكَ وَلَتَكُونَنَّ مِنَ الْخَاسِرِينَ (٦٥) بَلِ اللَّهَ فَاعْبُدْ وَكُن مِّنَ الشَّاكِرِينَ (٦٦) ﴾

[سورة الزمر]

﴿ إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِن دُونِ اللَّهِ عِبَادٌ أَمْثَالُكُمْ فَادْعُوهُمْ فَلْيَسْتَجِيبُوا لَكُمْ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ (١٩٤) أَلَهُمْ أَرْجُلٌ يَمْشُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ أَيْدٍ يَبْطِشُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ أَعْيُنٌ يُبْصِرُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ آذَانٌ يَسْمَعُونَ بِهَا قُلِ ادْعُوا شُرَكَاءَكُمْ ثُمَّ كِيدُونِ فَلا تُنظِرُونِ (١٩٥) إِنَّ وَلِيِّيَ اللَّهُ الَّذِي نَزَّلَ الْكِتَابَ وَهُوَ يَتَوَلَّى الصَّالِحِينَ (١٩٦) وَالَّذِينَ تَدْعُونَ مِن دُونِهِ لا يَسْتَطِيعُونَ نَصْرَكُمْ وَلا أَنفُسَهُمْ يَنصُرُونَ (١٩٧) ﴾ {سورة الأعراف}

فالأمر من بدايته لنهايته من تدبير وإحكام الخالق جلَّ وعلا .. أعطى للإنسان كل المقومات للاستمرار ولبناء الحضارات، ولإعمال العقل . وصناعة الثورات بما فيها تلك الثورة المهولة... ثوة البيوتكنولوجيا.

فعجباً لمن يرى ذلك الكون بمخلوقاته المعد بهذه الطريقة المدهشة البديعة... المُقدرة والتى لا مجال فيها للعبث ثم يغفل عمن أوجد كل ذلك ويعتقد أنه لن يُحاسب عن غفلته!!!

﴿أَفَحَسِبْتُمْ أَنَّمَا خَلَقْنَاكُمْ عَبَثًا وَأَنَّكُمْ إِلَيْنَا لا تُرْجَعُونَ (١١٥) فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ لا إِلَهَ إِلاَّ هُوَ رَبُّ الْعَرْشِ الْكَرِيمِ (١١٦)﴾ {سورة المؤمنون}

وننهى ـ عزيزنا القارىء ـ جولتنا التأملية بهذه الآيات الكريمة:

﴿وَلَئِن سَأَلْتَهُم مَّنْ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضَ لَيَقُولُنَّ اللَّهُ قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لا يَعْلَمُونَ (٢٥)﴾ {سورة لقمان}

﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ اعْبُدُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ وَالَّذِينَ مِن قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ (٢١)﴾ {سورة البقرة}

﴿وَذَكِّرْ فَإِنَّ الذِّكْرَىٰ تَنفَعُ الْمُؤْمِنِينَ (٥٥) وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالإِنسَ إِلاَّ لِيَعْبُدُونِ (٥٦) مَا أُرِيدُ مِنْهُم مِّن رِّزْقٍ وَمَا أُرِيدُ أَن يُطْعِمُونِ (٥٧) إِنَّ اللَّهَ هُوَ الرَّزَّاقُ ذُو الْقُوَّةِ الْمَتِينُ (٥٨)﴾ {سورة الذاريات}

وإن كان الكون بما فيه يسجد ويسبح لله ﴿ .. وَلَكِن لاَّ تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ .. ﴿٤٤﴾ [سورة الإسراء]

فلتسجد وتسبح ... أيها الإنسان..

وفى ختام جولاتنا بهذا الكتاب، أعرض لعزيزنا القارئ هذه المقولة وهى من عالمٌ يعتد برأيه إذ يقول:

"... ما الذى يتبقى لنا لاكتشافه؟ .. تقريباً كل شىء، فى علم الكونيات كما فى علم الأحياء"

هذا عزيزنا القارئ ما يراه جون مادوكس، العالم والمُحكّم العلمى الصارم والمدير السابق لأشهر دورية علمية "ناتشر" وهى إجابة خطيرة، من رجل علم عالمى، فهو يوشك أن يقطع بأننا بعد قرن خصب من الاكتشافات المدوية، لا نكاد نعرف شيئًا".

مصداقاً لقوله تعالى:

﴿ وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً ﴿٨٥﴾ [سورة الإسراء]

﴿ سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الآفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ أَوَ لَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ﴿٥٣﴾ [سورة فصلت]

صدق الله العظيم



المراجـــع

أولاً: الكتب:

١ - اتجاهات الهندسة الوراثية منذ عهد قدماء المصريين حتى عصر الجينات.

٢ - أساسيات علم الوراثة الطبية - ترجمة أحمد الكباريتى جامعة الكويت.

٣ - الاستنساخ قنبلة العصر - د. صبرى الدمرداش - دار الفكر الحديث - الكويت ١٩٩٧م.

٤ - الاستنساخ .. هل بالإمكان تنسيل البشر - د. محمد صادق صبور - دار الأمين - القاهرة ١٩٩٧م.

٥ - الاستنساخ بين العلم والدين - د. عبد الهادى مصباح - الدار المصرية اللبنانية - القاهرة ١٩٩٧م.

٦ - الإنجاب الصناعى .. أحكامه القانونية وحدوده الشرعية دراسة مقارنة. تأليف: د. محمد المرسى زهرة أستاذ القانون المدنى المساعد - كلية الحقوق - جامعة عين شمس - الكويت ١٩٩٢م.

٧ - البيوتكنولوجيا فى الطب والزراعة - من سلسلة كراسات علمية - د. أحمد مستجير ١٩٩٨م - المكتبة الأكاديمية.

٨ - التكنولوجيا الحيوية النباتية .. زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية - أ. د. محمد كامل البحر، أ. د. فؤاد عبد الرحيم أحمد، د. محمود محمد صقر - الشركة العربية ١٩٩٩م.

٩ - التلوث البيئى والهندسة الوراثية - د. على محمد على عبد الله - مهرجان القراءة للجميع - طبعة ١٩٩٩م.

١٠ - الجينوم - تأليف: مات ريدلى. ترجمة: د. مصطفى إبراهيم فهمى - عالم المعرفة الكويت - العدد ٢٧٥ نوفمبر ٢٠٠١م.

١١ - الشفرة الوراثية للإنسان - دانييل ج كيفلس - ترجمة د. أحمد مستجير - مكتبة الأسرة ٢٠٠٢م.

١٢ - العلاج الجينى واستنساخ الأعضاء البشرية - د. عبد الهادى مصباح - الدار المصرية اللبنانية ١٩٩٩م.

١٣ - ثورة الهندسة الوراثية - د. عبد الباسط الجمل - دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - ٢٠٠٣م.

١٤ - عصر الجينات والالكترونات - تأليف: والتر تروت أندرسون - ترجمة د. أحمد مستجير - مكتبة الأسرة طبعة ٢٠٠٢م.

١٥ - فى بحور العلم .. قراءة فى كتابنا الوراثى - د. أحمد مستجير - سلسلة اقرأ - دار المعارف القاهرة - العدد ٦٤٤ - ١٩٩٨م.

١٦ ـ محاضرات فى علم الوراثة ـ جامعة القاهرة ـ كلية الزراعة ـ إعداد: قسم الوراثة ١٩٨٨م.
١٧ ـ موسوعة علم الكروموسومات العجيب ـ تأليف: نوربرت لاندا وباتريك بادرل ـ ترجمة: د. زينب شحاته ـ دار الشروق ـ الطبعة العربية الأولى ١٩٩٩م.
١٨ ـ هندسة المستقبل ـ د. أحمد شوقى حسن ـ مكتبة الأسرة ٢٠٠٣م.

ثانياً: المجلات العلمية:

١ ـ **مجلة الإعجاز العلمى:**
ـ العدد الثامن ـ شوال ١٤٢١ هـ مقال الدكتور زغلول النجار.
ـ العدد الرابع عشر ـ ذو القعدة ١٤٢٣ هـ ـ ص ٥٥ ـ عن قرارات وتوصيات صدرت عن أعضاء مجلس المجمع الفقهى بخصوص الهندسة الوراثية . إعداد: عبد الحكيم هاشم.
٢ ـ **مجلة الأهرام العربى** ـ العدد ١٠٩ ـ ٢٤ / ٤ / ١٩٩٩م ـ ص ٤٧ ـ موضوع عن: «نقل وزرع يد لنجار».
٣ ـ **مجلة الصحة والجمال** ـ السنة الحادية عشر ـ العدد ١٢١ ـ أبريل ٢٠٠٣ ـ مجلة شهرية ـ المركز الرئيسى لندن . ص ١٢ ـ مقال: «ضجة بعد ولادة أول رجل حامل». تحقيق: أشرف عزت.
٤ ـ **مجلة العربى:**
ـ العدد ٤٥٠ ـ مايو ١٩٩٦م موضوع عن: تكنولوجيا العلاج الجسدى الجينى ـ د. وجدى عبد الفتاح سواحل بالمركز القومى للبحوث ـ شعبة بحوث الهندسة الوراثية ـ القاهرة.
ـ العدد ٤٩٥ ـ فبراير ٢٠٠٠م ـ ص ١٢٢ ـ مقال د. أحمد مستجير ـ تأملات فى ماء مالح.
ـ العدد ٤٩٧ ـ أبريل ٢٠٠٠م.
ـ العدد ٥٣٤ ـ مايو ٢٠٠٣م ـ ص ٣٥ .
ـ العدد ٥٥٢ ـ نوفمبر ٢٠٠٤م ـ موضوع بعنوان «بنية الدنا العامل الأساسى فى لغز الحياة» ـ صفحة علوم ـ بقلم: أنطوان بطرس ـ كاتب لبنانى ـ ص ١٤٦ ـ ١٤٩.
ـ العدد ٥٦٢ ـ سبتمبر ٢٠٠٥م ـ ص ١٥٦ ـ مقال: زرع قلب من البلاستيك. بقلم: د. عدنان أرشيد (اختصاصى فى جراحة القلب وأستاذ بجامعة باريس).
٥ ـ **العربى العلمى (ملحق مجلة العربى):**
ـ العدد الأول ـ ربيع الآخر ١٤٢٦ هـ ـ يونيو ٢٠٠٥م.
ـ العدد الثانى ـ يوليو ٢٠٠٥م ـ ص ١٢ ـ ١٧ بعنوان: عالم عربى يزرع البحر ـ حوار مع د. أحمد مستجير.
ـ العدد الثانى ـ يوليو ٢٠٠٥م ـ من ص ١٣١ تغير مفهوم الجين وفق الاكتشافات الحديثة.

- العدد الرابع - سبتمبر ٢٠٠٥م - مقالة بعنوان: «يعيش بيد ميت» د. شامل زكريا.

٦ - مجلة العلم:

- أكتوبر ١٩٩٩م - العدد ٢٧ - ص ٦.
- ديسمبر ١٩٩٩م - العدد ٢٧٩ - ص ٢٦ - بعنوان «مصانع لقطع الغيار» د. حسنية . الدكتور. أحمد أبو عوف.
- - يناير ٢٠٠٠م - العدد ٢٨٥ - ص ٣٩ ، ٤٣ .
- يوليو ٢٠٠٠م - عمل لقاحات جينية من المادة الوراثية للميكروب أو الطفيل.
- أغسطس ٢٠٠١م - العدد ٢٩٩ - الأدلة الجنائية بصمة الأصابع أقدم دليل والأحدث الدنا - د. أحمد محمد عوف.
- يونيه ٢٠٠٢م - العدد ٣٠٩ - جهاز محمول لكشف أسرار الجريمة - ترجمة بثينة حسن، البرسيم علاج البشر صفحة معادلات - بقلم: عبد المنعم السلاموني.
- يوليو ٢٠٠٢م - العدد ٣١٠ - بين مندل والعلماء العرب - صفحة معادلات - أ/ عبد المنعم السلاموني.
- نوفمبر ٢٠٠٢م - العدد ٣١٤ - الأطعمة الهجينة - ترجمة عبد المجيد حسن (ص ٣٢ - ٣٨).
- يناير ٢٠٠٣م - العدد ٣١٦ - أمراض أطفال الأنابيب.
- فبراير ٢٠٠٣م - العدد ٣١٧ .
- مايو ٢٠٠٣م العدد ٣٢٠ - اكتشاف المجرمين بالحامض النووي - ص ١١ .
- يونيو ٢٠٠٣م - العدد ٣٢١ - صفحة علوم وأخبار - عنوان: تشكيل لجنة لأخلاقيات البحث العلمي في مصر - ص١٦ .
- يناير ٢٠٠٤م - العدد ٣٢٨ - صفحة علوم وأخبار - عنوان: PCR تحليل ضروري لاكتشاف فيروس سي مبكراً ص ١٤ .
- أغسطس ٢٠٠٤م - العدد ٣٣٥ - ثلاثةموضوعات: إكثار النخيل - التكنولوجيا المجهرية (ترجمة: أحمد معوض) - صفحة علوم المستقبل (بقلم: رءوف وصفي) .
- سبتمبر ٢٠٠٤م - العدد ٣٣٦ - صفحات ٢٨ ، ٢٩ ، ٥٨ .
- يونيو ٢٠٠٥م - العدد ٣٤٥ .
- سبتمبر ٢٠٠٥م - العدد ٣٤٨ - ص ١٠ صفحة «بانوراما العلم» وبها خبر بعنوان «ذراع ميكانيكية بالهندسة الحيوية» - ومن ص ٤٢ إلى ص ٤٧ بعنوان «نظرية المعلومات» ترجمة: هشام عبد الرءوف.

٧ - مجلة العلوم:

- فبراير ١٩٩٨م - عدد عن السرطان.

- ديسمبر ٢٠٠٢م - العددان ١٧٥ ، ١٧٦ ، ص ٧٤ - ٨١ .
- ٢٠٠٣م العددان ٢ ، ٣ بعنوان «سحر الصفيفات الميكروبية -[H. S فرند] - [B. R بستوين] .
- فبراير ومارس ٢٠٠٣م - العددان ٢ ، ٣ - المجلد ٢٠ - ص ٣٨ عن الچينوم اللامرئى ما بعد الدنا.
- ديسمبر ٢٠٠٣م - المجلد ١٩ ص ٥٣ بعنوان: الاستنساخ مخاوف كامنة [M. R هينبك] من ص ٥٠ إلى ٥٥ ، ص ٨٢ القضاء على المرسال قد يؤدى إلى إيقاف عمل الرنا إلى إعاقة السرطان والإيدز [C. إيزل].
- يناير ٢٠٠٤م - من ص ١٤ إلى ص ١٩ .
- يونيو ، يوليو ٢٠٠٤م (الترجمة العربية لمجلة ساينتفيك أمريكان) العددان ٦ ، ٧ من ص ٦٢ - ٦٩ بقلم [J. S فريلاند - D. L هورست] .
- مارس، أبريل ٢٠٠٥م - من ص ٧٦ - ٨٣ [البرنامج الوراثى الخفى لدى الكائنات الحية المعقدة] بقلم: [S. J. ماتيك] المجلد ٢١ .
- مجلة نصف الدنيا - العدد ٦٣٧ - ٢٨ / ٤ / ٢٠٠٢م - عنوان: الزهايمر ص ٤٩ .

ثالثاً: الجرائد:

١ - أخبار اليوم: السبت ٢٠٠١/٦/٩م، ص ٧ دنيا البرلمان بعنوان: «محلّل حكومى لقانون نقل وزراعة الأعضاء ، رأى النائبين: محمد خليل قوطة، د. هدى رزقانة.
٢ - الأخبار: ٢٠٠١/٢/٢٧م - الصفحة الأخيرة ، مقال بعنوان: «عالم الغد .. الأمل فى جهاز المناعة» بقلم: مجدى فهمى.
٣ - الأهرام:
- ١٩٩٩/٨/٤ - ص١ - خبر بعنوان: «علاج بالچينات لعضلة القلب».
- ١٩٩٩/١٢/٢٦م - خبر بعنوان: أب يرفع دعوى قضائية لإنجاب طفل من ابنه المتوفى.
- ٢٠٠٠/٣/١٤م - موضوع بعنوان: المضادات الحيوية والمهدئات تؤدى إلى توقف نمو الجنين، د. ابتسام قاسم.
- ٢٠٠٠/٧/٢م - الصفحة الأولى - زرع شريحة سليكون تحت شبكة العين.
- ٢٠٠٠/٨/١٥م - صفحة طب وعلوم يقدمها : حاتم صدقى.
- ٢٠٠٠/٨/٣١م - مصانع لقطع غيار.
- ٢٠٠١/٢/١٥م - صفحة قضايا وآراء ص ١٠ بعنوان: «تحديد المفاهيم أولاً» للدكتور محمد سيد طنطاوى - شيخ الأزهر.
- ٢٠٠١/٤/٣م - صفحة طب وعلوم - عنوان: « الكبد همّ فى البيت المصرى»، محمود

القنواتى، وعن «نقل الأعضاء» صفحة قضايا وآراء، د. محمد محمود زهران أستاذ جراحة الكلى والمسالك البولية بطب قصر العينى.

- ٢٠٠١/٥/٦م - الصفحة الأولى - خبر بعنوان: « أطفال معدلون وراثياً ».
- ٢٠٠١/٦/١٦م - صفحة قضايا وآراء عن نقل وزرع الأعضاء.
- ٢٠٠١/٦/٢٥م - صفحة ١٤ عن نقل وزراعة القرنية (رأى شيخ الأزهر).
- ٢٠٠١/٧/٣م - ص٣ - عنوان: «الاتجار فى جثث المحكوم عليهم بالإعدام».
- ٢٠٠١/٧/٥م - الصفحة الأولى - خبر عن زراعة أول قلب ميكانيكى.
- ٢٠٠١/٧/٩م - ص ١٤ - أخبار محلية - مقالة عن رأى فضيلة الدكتور نصر فريد واصل فى نقل وزراعة الأعضاء.
- ٢٠٠١/٧/٢٨م - ص ١٠ - قضايا وآراء - رأى أ/ سعيد عبد الخالق فى نقل وزراعة الأعضاء.
- ٢٠٠١/١١/٦م - صفحة محافظات - مقالة بعنوان: «التوسع فى استخدام الأعشاب لعلاج الأمراض بعد تنقيتها».
- ٢٠٠٢/٣/١١م - مقالة بعنوان: «أمل جديد لمرضى الكبد» بكين أ. ف. ب.
- ٢٠٠٢/٣/١٩م - بريد الأهرام صفحة ١١ - مقالة بعنوان: (وفى أنفسكم أفلا تبصرون) د. محمد الوحش. لندن.
- ٢٠٠٢/٧/٣م - مقال ص ٢٥بعنوان: «بعد فوزهما بجائزةمبارك للعلوم»، د. مستجير: (توفير الغذاء للمواطن أول اهتماماتى).
- ٢٠٠٢/٨/٣٠م - صفحة١٥ - مع القانون عن نقل وزرع الأعضاء، إعداد: عبد المعطى أحمد.
- ٢٠٠٢/١٠/٩م - مقال بعنوان: قضية الساعة الفكر الإنسانى بعد أحداث سبتمبر - السيد عزت قنديل - جامعة الأسكندرية.
- ٢٠٠٢/١٠/٢٩م مقال عن فتوى الشيخ عبد الله بن سليمان بن منيع - عضو هيئة كبار العلماء السعوديين بعنوان: يجوز سحب أجهزة التنفس من المتوفين دماغياً.

٢٠٠٣/١/٣م - ملحق الجمعة إشراف عايدة رزق - طرائف ٢٠٠٢ - ص ٣٠، صفحةعالم جديد ص ١١ - إشراف محمود القنواتى. عنوان: اختبارات جينية زهيدة.

- ٢٠٠٣/٣/٤م - مقال بعنوان: فقاعات غازية تحمل جينات لعلاج أورام المخ، ص٢٣.
- ٢٠٠٣/٦/١٤م - صفحة تقارير وتحقيقات خارجية - الحامض النووى يكشف غموض جريمة بعد أكثر من ربع قرن.

- ٢٠٠٣/٧/٢م - صفحة تقارير وتحقيقات خارجية - مقال جوزيه بوفيه «ثائر ضد الطعام المعدل وراثياً وتسليع الإنسان» .
- ٢٠٠٣/٨/١٠م التلقيح الصناعى بالمجان - الصفحة الأولى.
- ٢٠٠٣/٨/٢٦م - صفحة طب وعلوم - الاستفادة من العلاج الجينى فى علاج أنيميا الخلايا المنجلية .
- ٢٠٠٤/١٢/٢١ - صفحة قضايا وآراء - بريد الأهرام - مجموعة العشرة عن نقل وزرع الأعضاء - وجدى رياض.
- ٢٠٠٥/٢/٣م - تحقيقات. موضوع بعنوان: ولادة أول عجل جاموسى عبر نقل الأجنة، تحقيق: أشرف أمين.

٤ - جريدة الجمهورية :

- ٢٠٠١/١/١٣م - رأى طارق البرديسى فى موت جذع المخ. صفحة ١٠ .

رابعاً: الانترنت:

- مقال : نجاح أو فشل ولادة أول طفل مستنسخ فى يناير ٢٠٠٣م www.todawi.com بتاريخ ٢٠٠٢/١٢/١٨م.

الفهرس